



أفلام لا..

# سنبفن حوكنج

تأليف

ج.ب.مالك ايضوى

أوسكار زاريت

ترجمة

ممدوح عبد المنعم محمد

مراجعة وإشراف وتقديم

إمام عبد الفتاح إمام





المشروع القومي للترجمة

أقدم لك

# ستيغن هوكنج

تأليف

ج. ب. ماك إيفوي

أوسكار زاريت

ترجمة

ممدوح عبد المنعم محمد

مراجعة وإشراف وتقديم

إمام عبد الفتاح إمام



المجلس الأعلى للثقافة

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية

٢٠٠٢/٤١٧٣

الترقيم الدولي I.S.B.N

977-5769-47-7



المشروع القومي للترجمة

إشراف: جابر عصفور

هذه ترجمة لكتاب:

# Stephen Hawking



J. P. Mc Evoy  
and Oscar Zarate

---

حقوق الترجمة والنشر بالعربية محفوظة للمجلس الأعلى للثقافة

شارع الجبلابية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة ت: ٧٣٥٢٣٩٦ فاكس: ٧٣٥٨٠٨٤

El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo

Tel : 7352396 Fax : 7358084 E.Mail: Asfour@onebox.com



---

تهدف إصدارات المشروع القومي للترجمة إلى تقديم كافة الاتجاهات والمذاهب الفكرية للقارئ العربي وتعريفه بها، والأفكار التي تتضمنها هي اجتهادات أصحابها في ثقافتهم المختلفة ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلس الأعلى للثقافة.



## مقدمة

### بقلم المراجع

أقدم لك ... هذا الكتاب ... !

هذا هو الكتاب الثانى عشر من سلسلة «أقدم لك ...» عن عالم الفيزياء النظرى البريطانى «ستيفن وليم هوكنج» (١٩٤٢ - ....) الذى يُعد معجزة بجميع المقاييس فهو معجزة بشرية : عبقرية علمية تجلس على كرسى متحرك؛ رجل مقعد يصعب عليه الكلام أو الكتابة، لكنه تغلب على ذلك كله بعبقريته ليصبح معجزة فى ميدان الفيزياء يقارنون بينه وبين «نيوتن» من ناحية و«أينشتين» من ناحية أخرى.

يتابع «هوكنج» : نظرية أينشتين فى النسبية العامة - لا سيما فى مجال الجاذبية - بعد أن انتقل عام ١٩٦٢ من جامعة اكسفورد إلى جامعة كيمبردج ليتابع أبحاثه فى هذا الميدان. وتؤدى هذه الدراسة إلى البحث فى نظرية الكم المتعلقة بالجاذبية، وذلك فى محاولة لتفسير موضوعين هامين :

الأول : ما يسمى بالانفجار العظيم ، الذى بدأ منه - الكون.

الثانى : «الثقوب السوداء»..بالإضافة إلى تفسير التفردات (وأحياناً تسمى بالأمور «الشاذة») التى لم تفسرها نظرية النسبية الكلاسيكية تفسيراً كافياً.

ويقدم «هوكنج»، فى كتابه «تاريخ موجز للزمان» عام ١٩٨٨ تفسيراً شعبياً مبسطاً للكسملوجيا، ولهذا السبب يصبح من أكثر الكتب رواجاً فى العالم ... ولقد نجح فى أن يبين لنا أن أية نظرية فى كسملوجيا النسبية العامة لابد أن تكون «متفردة» فالتفرد فى عالمنا هو «الانفجار العظيم» الذى يبدأ منه الكون. وهو نظرية أصبحت مقبولة الآن. أما الجوانب الهامة فى بحوث «هوكنج» الأخيرة فقد تركزت حول النظرية النسبية العامة فى مجال الثقوب السوداء.

كما يحاول هذا العبقرى الفذ تقديم مركب شامل يجمع بين رياضيات الكم والنظرية



النسبية وذلك مع بداية نشره لكتاب « البنية العريضة للزمكان Space-Time » عام ١٩٧٣ بالاشتراك مع ج.ف. اليس G.F. Ellis.

ولقد تمّ تعيين هوكنج أستاذاً للفيزياء في جامعة كيمبردج عام ١٩٧٧ تقديراً لهذا الرجل العملاق من زوايتي عبقريته العلمية وعجزه البشري !

أما مؤلف الكتاب فهو ج. ب ماك إيفوي الذي نال درجة الدكتوراة في الفيزياء من جامعة لندن عام ١٩٦٨ . وظل ما يقرب من خمس وعشرين سنة يعمل ويدرس في ميدان البحوث الفيزيائية في جامعة كلارك ، والمدرسة الأمريكية في لندن، ونشر أكثر من خمسين بحثاً. ثم عمل بعد ذلك في ميدان تبسيط العلم في الصحافة وأجهزة الإعلام المختلفة لا سيما البرامج التعليمية في التليفزيون. ومن هنا كان لديه خبرة واسعة في تبسيط وتوضيح المصطلحات العلمية على نحو ما يتضح في كتابنا الحالي.

أما الفنان أوسكار زاريت الذي قام بتصميم الرسوم التوضيحية، فقد سبق أن شارك في إعداد كتب كثيرة من هذه السلسلة، صدر منها بالفعل كتاب «الذهن والمخ» (العدد ٣٠٩ من المشروع القومي للترجمة) كما شارك في إعداد كتب أخرى مثل : فرويد، وكلاين، وماكيافللي، ولينين ... إلخ وهي كتب نرجو أن تصدر تباعاً في هذه السلسلة. وبعد ...

فإننا لنأمل أن نكون بترجمتنا لهذا الكتاب قد أضفنا جديداً إلى المكتبة العربية ، ضمن المشروع القومي للترجمة.

والله نسأل أن يهدينا جميعاً سبيل الرشاد،

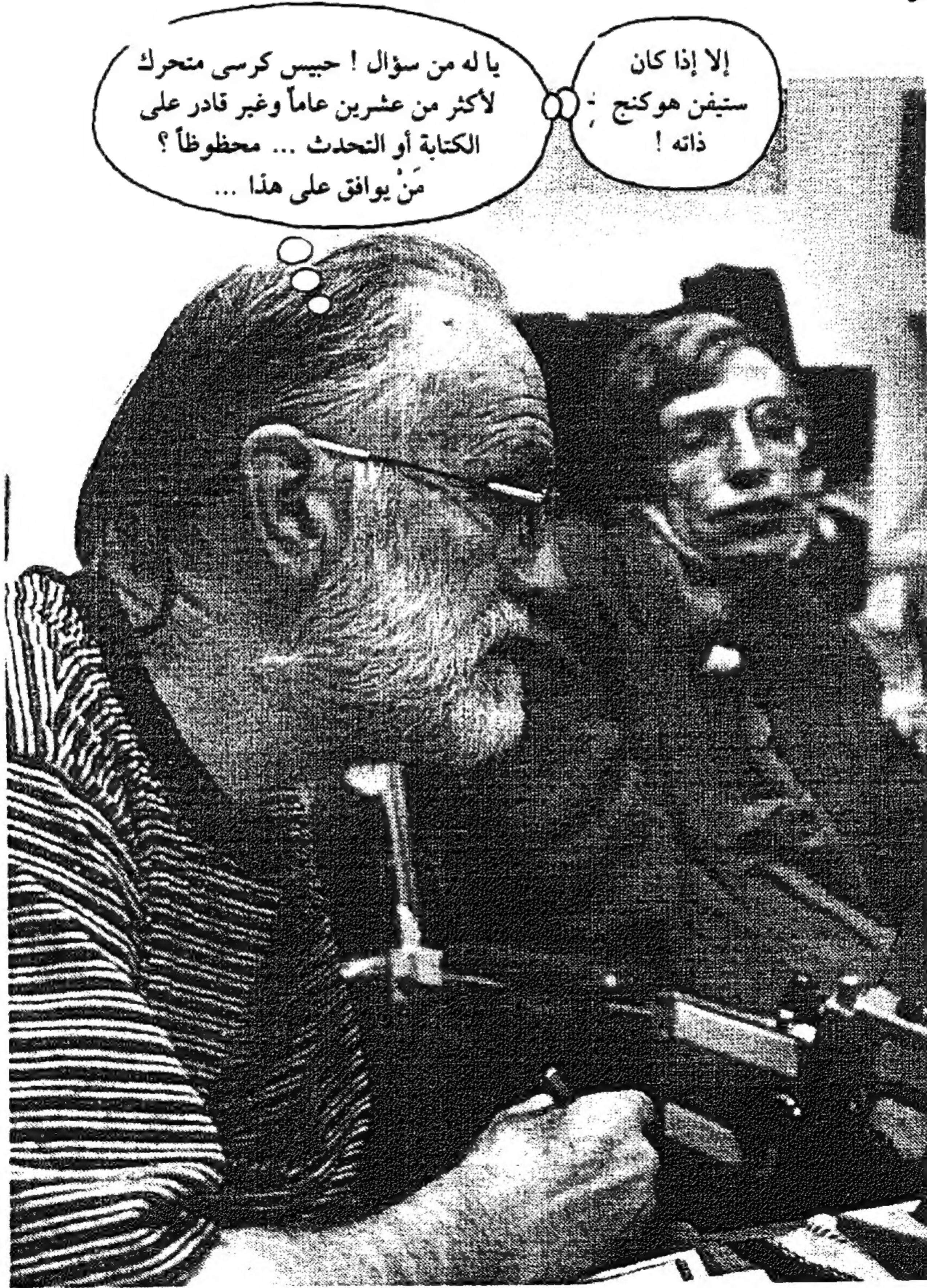
المشرف على السلسلة

**إمام عبد الفتاح إمام**



## أكثر الرجال حظاً في العالم

فى يوم التاسع عشر من شهر أكتوبر عام ١٩٩٤ جلس مؤلف هذا الكتاب مع ستيفن هوكنج، ثم بدأ بسؤال ربما يبدو جريئاً إن لم يكن وقحاً : هل يعتبر هوكنج نفسه محظوظاً؟



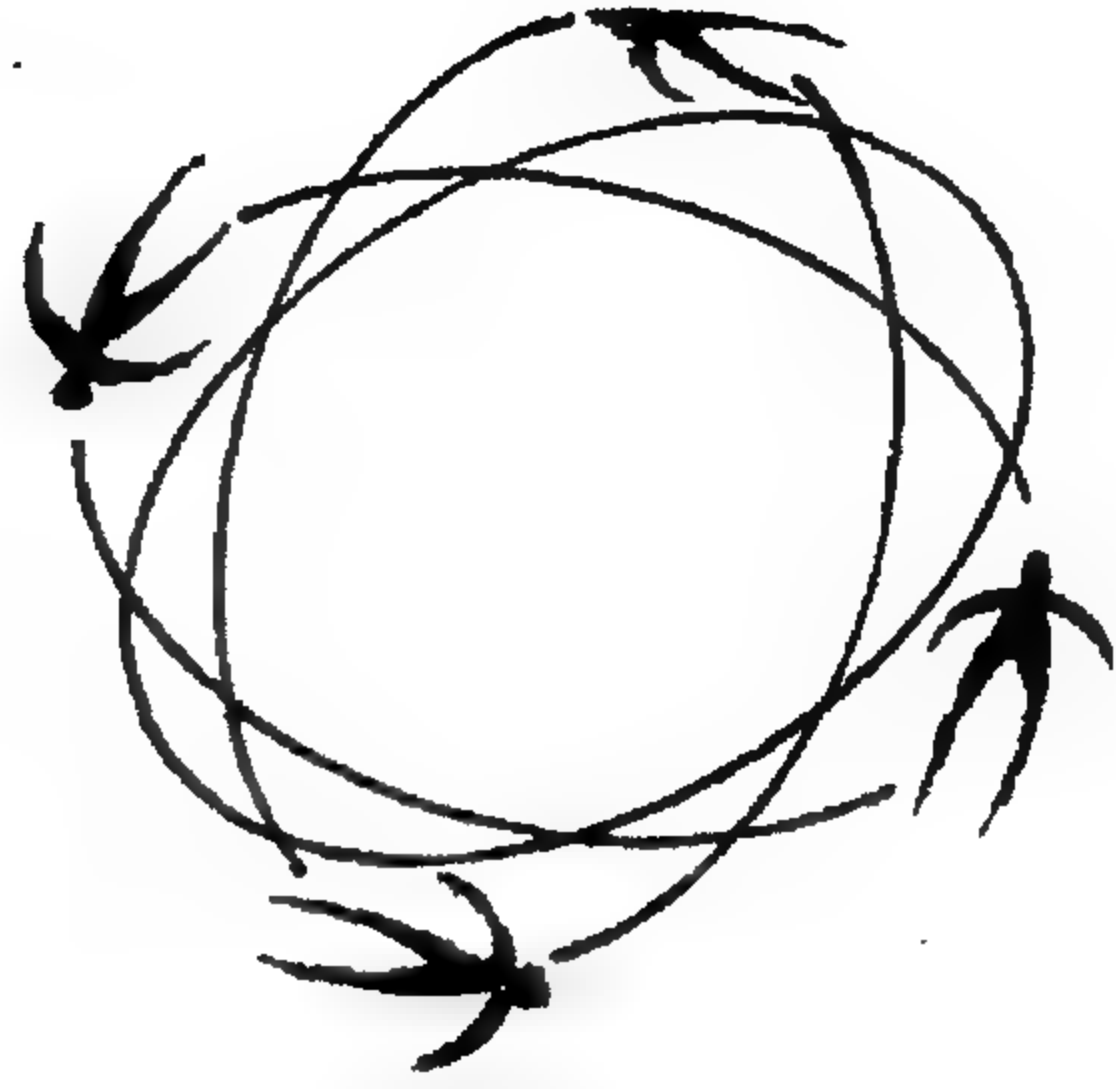
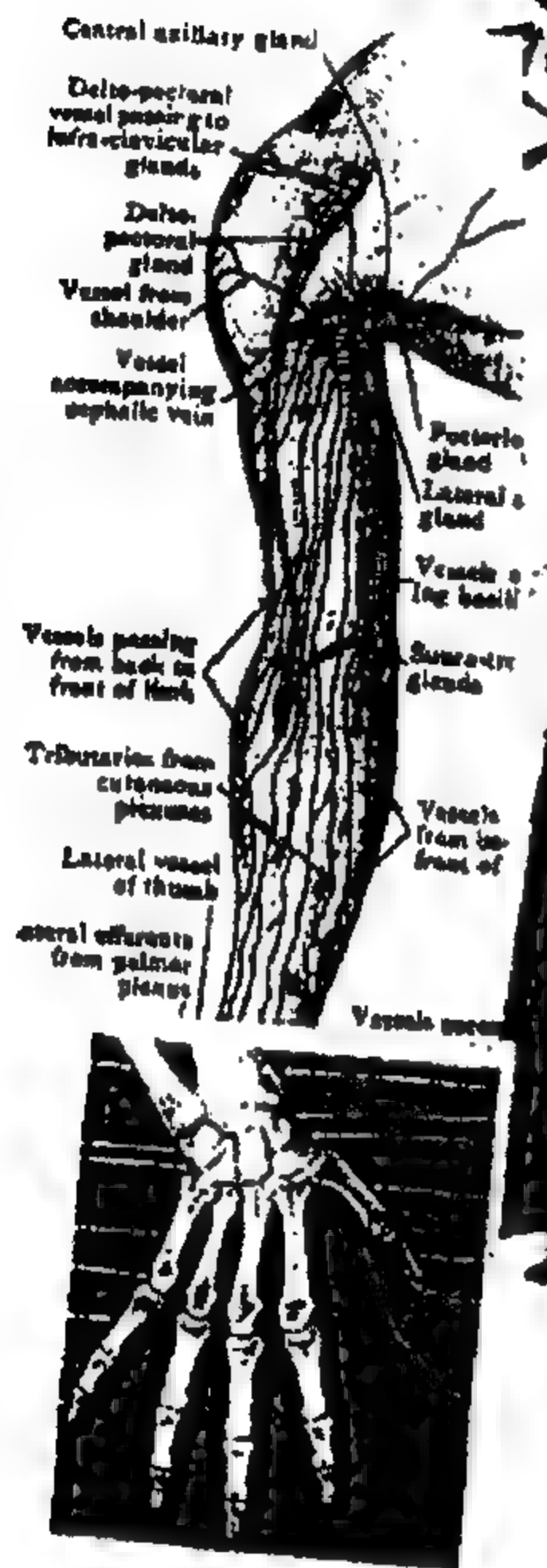


أوافق على كونى محظوظاً فى كل شىء عدا إصابتى بمرض  
محرك الأعصاب، وحتى المرض لم يكن على قدر كبير من  
النكبة بالنسبة لى. فلقد تمكنت من التغلب على آثار المرض  
بواسطة الكثير من المساعدة. فلقد كنت على قدر كبير من  
الرضا لأصل إلى النجاح بغض النظر عن المرض.

وفى الحقيقة فإننى أكثر سعادة مما كنت قبل إصابتى  
بالمرض. ولا أستطيع أن أجزم بأن المرض كان بمثابة  
منفعة لى، ولكنه لم يكن على درجة العيب العالية  
التي كانت متوقعة منه.







ولنرجع إلى الوراء قليلاً ...  
كل الناس تعرف حظ هوكنج  
السيء. فلقد بدأ في أحد أيام  
ربيع عام ١٩٦٢ بعد الظهر حينما  
شعر أنه لا يستطيع تحريك يده  
لربط رباط حذائه. وكان يعلم أن  
هناك شيئاً سيئاً قد حدث لجسده.  
وفي نفس العام كان قد أكمل أول  
خطوة في طريقه العلمي حينما  
حصل على شهادته من جامعة  
أوكسفورد، وتم قبوله كطالب  
دراسات عليا في جامعة  
كيمبردج. ولكنه قد أصيب بمرض  
محرك الأعصاب أو  
Amyotrophic Lateral Sclerosis  
(ALS). وهذا المرض مميت ولا  
يمكن الشفاء منه، لذلك أمهله  
الأطباء عامين فقط في حياته.



ومثلما نعتقد نحن في السير الذاتية  
والأخبار الصحفية في الصحيفة  
المصغرة، فقد قضى هوكنج شهوراً  
عديدة بعد ذلك في اكتئاب عميق  
في مكانه في الجامعة وهو يشرب  
الخمر ويستمتع لـ «فاجتر». ومما زاد  
مرارة هوكنج أنه قد تم إخباره بأن  
عالم الكونيات الشهير «فيرد  
هولي» (ولد عام ١٩١٥)، السبب  
الذي جعله يختار جامعة كمبردج  
كأول خياراته، لن يشرف على  
أبحاثه.



ولكن سرعان ما بدأ حظه فى التغير، فلقد أعجبت به جان وايلد، الفتاة التى قابلها فى ليلة رأس السنة عام ١٩٦٢، إعجاباً حقيقياً. كذلك قامت جامعة كامبريدج بالتسجيل له مع دينيس سكياما (ولد عام ١٩٢٦) وهو أحد أفضل المشرفين على الأبحاث علماً وأكثرهم إلهاماً فى مجال علم الكونيات النسبى.

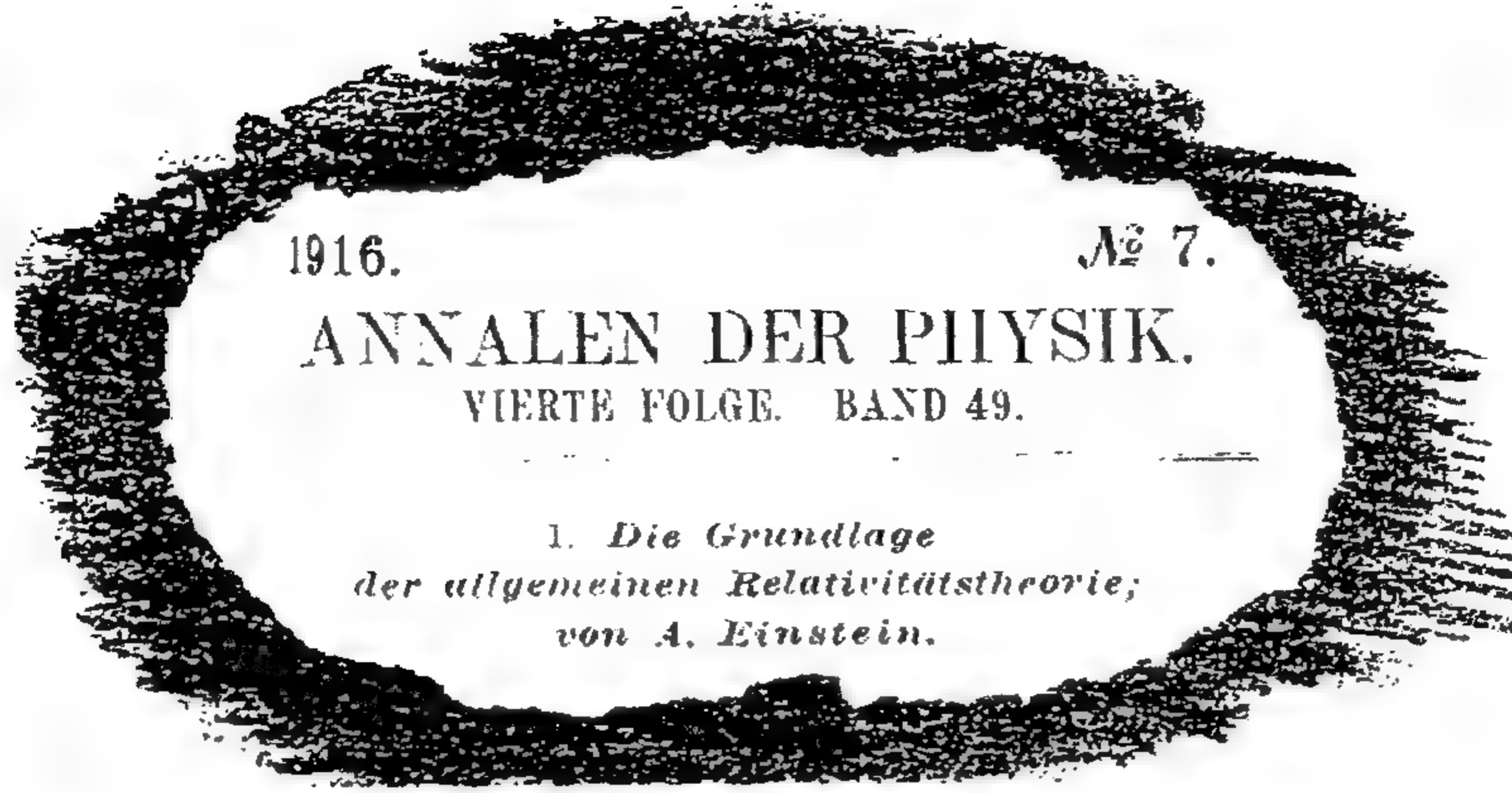


وبمجرد قبول أن قدرات ستيفن هوكنج الطبيعية قد تأثرت وحددت بصرامة نتيجة مرض (ALS) العنيف، بدأت سلسلة كاملة من الأحداث المبشرة بالخير فى الحدوث فى بداية الستينات من القرن العشرين والتى مكنته من تحقيق قدره لأن يكون واحداً من رواد علم الكونيات فى العصر الحديث.

أول شيء كان المجال الذي اختاره وهو الفيزياء النظرية والتي لا تتطلب أى أدوات سوى عقله ، كما أنها لم تتأثر لأى درجة من الدرجات بمرضه. وقد وجد شريكاً قادراً على مساعدته وهى جاين وايلد وكذلك مشرفاً على رسالته ملائماً لهواه وهو «سكياما». ثم قابل «روجر بنروز» (ولد عام ١٩٣١) عالم الرياضيات اللامع الذى كان يعمل فى مجال الثقوب السوداء والذى كان مقرراً له أن يقوم بتعليمه طرق ووسائل تحليل جديدة فى الفيزياء . ولقد قام بنروز بحل مشاكل بحثية ساعدت على استمرار هوكنج فى رسالته وكذلك وضعه فى الاتجاه الأساسى للفيزياء النظرية.







وقد كان هوكنج على موعد آخر مع القدر فى نفس الوقت. فقد كانت هناك نظرية تطبق على نطاق واسع فى مسائل عملية فى علم الكونيات وهى النظرية النسبية العامة لأينشتين، وقد بدا أن التنبؤات التى تم بناؤها على هذه النظرية لم تقبل لعشرات السنوات بسبب شدة غرابتها. وفى بداية الستينات كان العصر الذهبى للبحث فى علم الكونيات المبني على النسبية العامة على وشك أن يبدأ. وكان الشاب الطموح برغم كونه أعرج قليلاً الذى خطط لأن يكون عالماً فى الفيزياء النظرية جاهزاً للعمل. ولم يكن يعرف مدة حياته ... ولكنه بالتأكيد كان فى المكان المناسب فى الوقت المناسب.



ويسمى هوكنج بعالم الكونيات النسبية، وهذا يعنى أنه درس الكون ككل (كونيات) واستخدم النظرية النسبية بصورة أساسية (نسبية).  
وبما أن هوكنج قد قضى حياته العملية كلها كعالم فيزياء نظرية (منذ بداية الستينات وحتى منتصف العقد الأخير من القرن العشرين) فى دراسة نسبية أينشتاين العامة، فمن الأفضل أن نعرف عما تدور هذه النظرية.

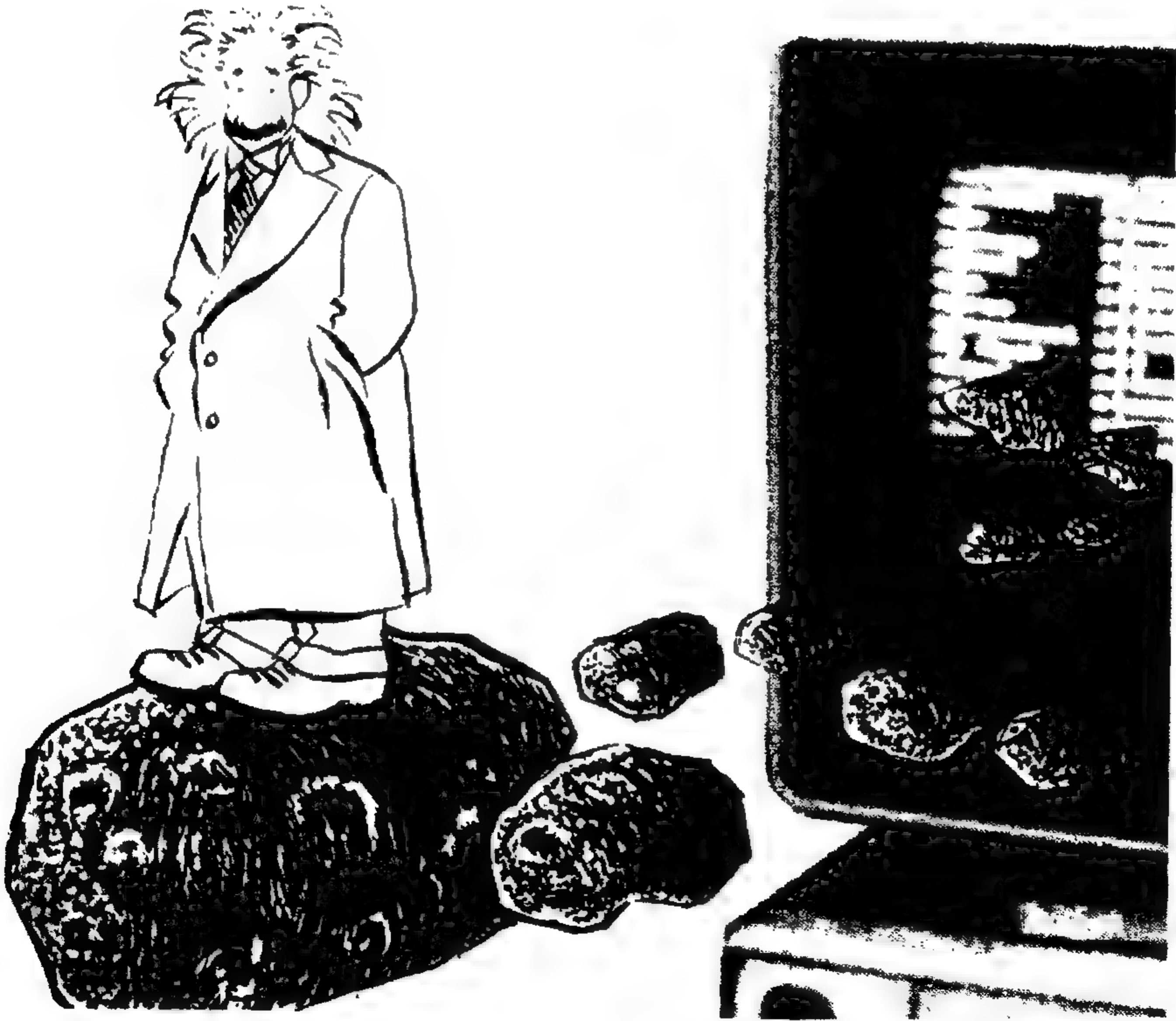




## النظرية النسبية العامة

فى برلين، فى شهر نوفمبر عام ١٩١٥ كان ألبرت أينشتاين (١٨٧٩ - ١٩٥٥) قد أكمل لتوه نظريته عن النسبية العامة، وهى عبارة عن صياغة رياضية يتم فيها استخدام الفضاء المنحنى والوقت المتوى فى وصف الجاذبية. وقد بدأ علم الكونيات ككل بعد ذلك بعامين عندما نشر أينشتاين بحثاً آخر تحت اسم «اعتبارات كونية» والذي قام فيه بتطبيق نظريته على كل الكون.

ومن الصعب أن يتمكن أحد من النظرية النسبية، ولكن الكثير من التلاميذ الذين يفهمونها يوافقون على كونها نظرية ممتازة ورائعة لوصف الجذب. وعملية وصف مجموعة من المعادلات الرياضية بأنها رائعة لا يساعدنا على فهم كيفية اختلاف نظرية أينشتاين عن نظرية إسحق نيوتن (١٦٤٢ - ١٧٢٧)، ولكن المثال الذى يوضح كيفية وصف الجاذبية بواسطة كلا النظريتين وفى نفس الظروف الفيزيائية من الممكن أن يفى بالغرض.



لماذا يجب على عالم الكونيات أن يقوم بدراسة الجذب ؟  
علم الكونيات هو دراسة كل الكون ويبني كثير من هذا العلم على افتراض  
"الحرف - الواسع" ويحدد الجذب التركيب الكبير للكون أو ببساطة أكثر فإن  
الجذب يحفظ الكواكب والتجوم والمجرات معاً وهذا هو أكثر المبادئ أهمية في  
هذا المجال.

وحتى العصر الحديث كان يُعتقد أن علم الكونيات هو علم زائف يوكل  
للأساتذة الفخريين المتقاعدين. ولكن في العقود الثلاثة الأخيرة أدت أعمال  
هوكنج بالإضافة إلى تطويرين أساسيين قاموا بتغيير هذه المادة بصورة مثيرة.

القصة الكاملة بدأت من نيوتن  
ثم أينشتاين ثم هوكنج .  
في البداية نيوتن.



الأول هو التقدم الهائل في علم الفلك القائم على الملاحظة التي تصل إلى أبعد المجرات، الشيء الذي جعل الكون عبارة عن عمل لاجبار النماذج الكونية. الثاني هو نظرية النسبية العامة لأينشتاين التي تم إثباتها العديد من المرات حتى أصبحت صحيحة ومقبولة لوصف الجاذبية في الكون كله. والفيزياء علم تراكمي حيث أن النظريات الجديدة تبنى على القديمة ويتم قبول الأفكار التي تحقق النتائج العملية ونفذ تلك التي لا تتماشى مع النتائج العملية. وهدفنا النهائي هو فهم إسهامات هوكنج الذي وصل بنظرية الجذب لأينشتاين إلى أبعد حدودها.

وهناك أمر هام آخر وهو أن نفهم معظم النظريات الجذبوية، فعلى سبيل المثال تعتبر قوانين الجاذبية لنيوتن صحيحة فقط عندما تكون الجاذبية ضعيفة ويجب أن نحل محلها بنظرية النسبية العامة لأينشتاين في حالة الجاذبية القوية. وبالمثل فإن النسبية يجب أن تتبدل بميكانيكا الكم عند دراسة التفاعلات عند مقياس ميكروسكوبي مثل الانفرادية Singularity أو عند منتصف أو حافة الثقب الأسود. وهوكنج هو صاحب الحظ السعيد الذي دمج النسبية مع ميكانيكا الكم في صورة الجذب الكمي والتي تسمى في الأوساط العلمية بنظرية كل شيء.



## نيوتن : مبدأ القوة

قدم نيوتن مبدأ قوة الجذب الثقالي وذكر أن الجذب المتبادل بين كتلتين يتناسب تناسباً طردياً مع كتلتيهما ( أى كمية المادة التى تحتوى كلا . . . ) وعكسياً مع مربع المسافة بين الجسمين .



والتجاذب هو أضعف قوة فى الطبيعة كما نستنتجه من خلال قيمة ثابت الجذب ج فى الوحدات العملية :

ج = ٦,٦٧ × ١٠<sup>-١١</sup> نيوتن متر<sup>٢</sup> / كيلوجرام<sup>٢</sup>  
والنيوتن هو وحدة عملية للقوة ويساوى تقريباً ربع رطل.



## أربعة أنواع من القوى فى الكون

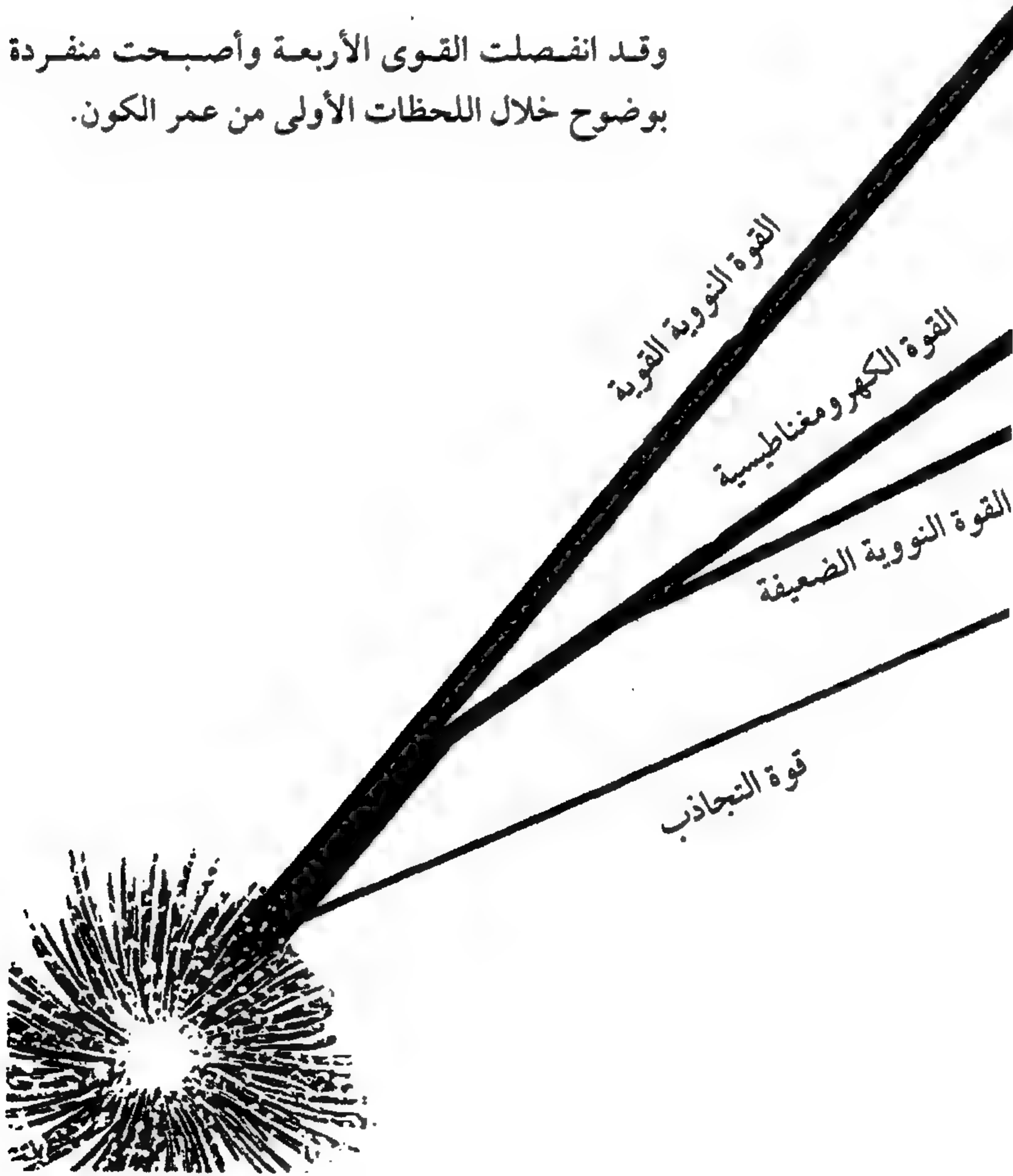
القوة الكهرومغناطيسية : تقوم بحفظ الذرات مع بعضها وهى أساس لكل التفاعلات الكيميائية.

القوة النووية القوية : تقوم بربط البروتونات والنيوترونات فى داخل النواة وهذه القوة هامة فى التفاعلات النووية مثل الانشطار والاندماج.

القوة النووية الضعيفة : وهى تحدد التحلل الإشعاعى مثل الإشعاع التلقائى لجسيمات ألفا وبيتا من داخل النواة.

قوة التجاذب : وهى المسؤولة عن التركيب الكبير للكون وتكوين المجرات والنجوم والكواكب.

وقد انفصلت القوى الأربعة وأصبحت منفردة بوضوح خلال اللحظات الأولى من عمر الكون.



عندما يقترب مصارعاً السومو من بعضهما داخل حلبة المصارعة (وليكن على بعد متر من بعضهما)، نجد أن القوة التي تجذبهما لبعضهما تعتبر ضئيلة جداً ... فهي أقل ألف مرة من القوة اللازمة لرفع قطعة مربعة من المناديل الورقية !

$$F = \frac{(135)(135)(10^{-11} \times 6,67)}{(1)^2} = 0,000012 \text{ نيوتن}$$

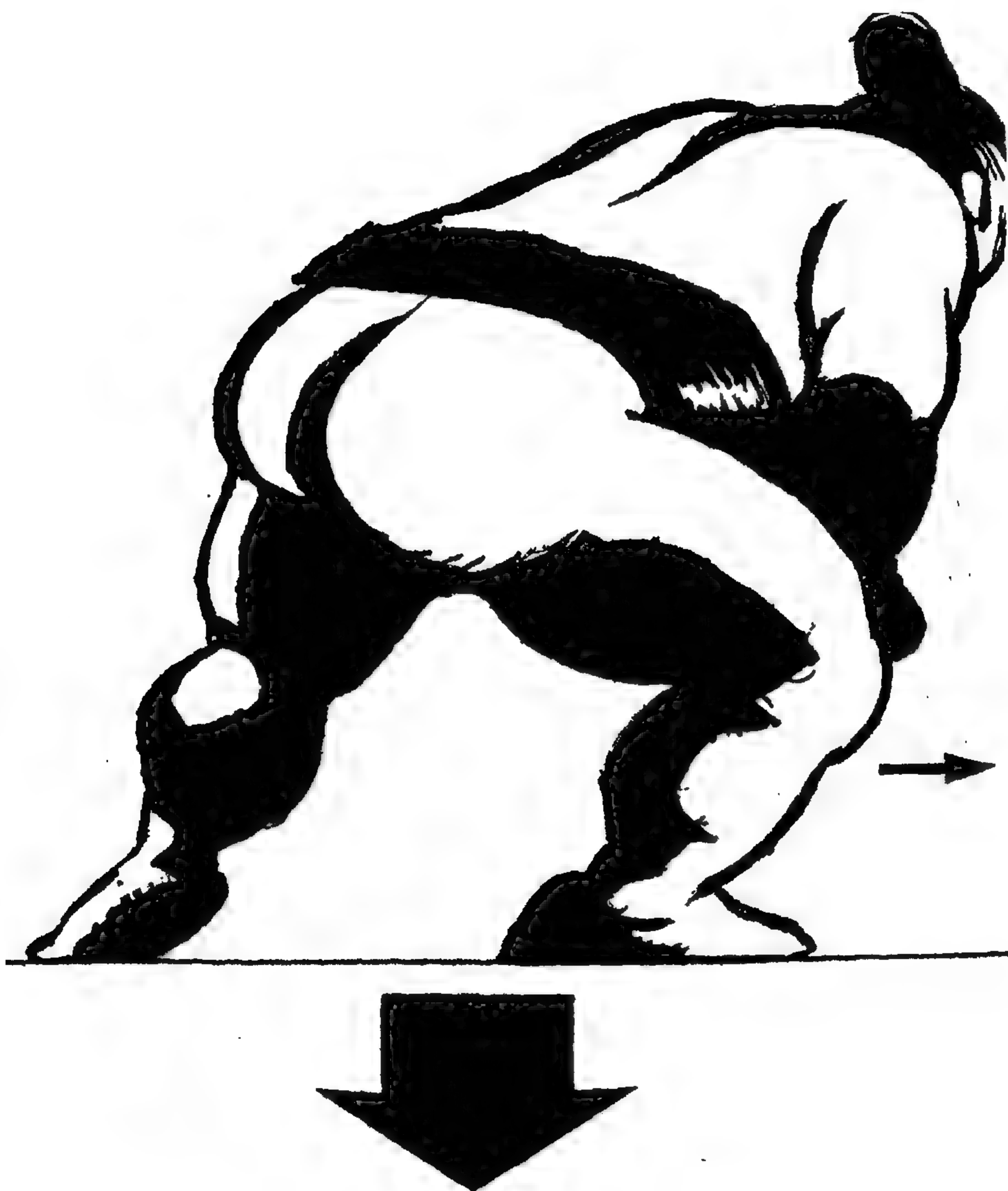
$$= 0,0000027 \text{ رطل}$$

حيث ١٣٥ كجم هو وزن الواحد منهم، للتحويل من نيوتن الى رطل نضرب في ٠,٢٢٥





ولكن قوة جذب كل منهما إلى الأرض أكبر بكثير. وذلك لأن الجسم الآخر الذي يجذبهم هو الأرض التي لها كتلة  $5,98 \times 10^{24}$  كجم. ونصف قطر الكرة الأرضية هو  $6,37 \times 10^6$  متر وبالتعويض عن هذه القيم نجد أن هذه القوة هي :  
ق = ٢٩٨ رطل (وهو وزن المصارع).



## المبادئ الرياضية The Principia وصف عالم نيوتن

كان نيوتن مهتماً بصورة أساسية بالجاذبية بين الشمس والكواكب (أى النظام الشمسى). وقد نشأت القوة الدافعة لنشر مبادئه Principia من خلال مناقشة فى الجمعية الملكية فى عام ١٦٨٤ بين عالم الفلك إدمون هالى (١٦٥٦ - ١٧٤٢) والمهندس المعماري السيد كريستوفر رين (١٦٣٢ - ١٧٢٣) والمنافس التقليدى لنيوتن روبرت هوك (١٦٣٥ - ١٧٠٣).





وبدون تردد قام نيوتن (العبقري الناسك) بالرد على سؤال هالي عن المدار البيضاوى



كلنا نعرف أن جوهانس كبلر (١٥٧١ - ١٦٣٠) قد أوضح أن مدارات الكواكب تأخذ الشكل البيضاوى ، لكن الإثبات الرياضى لذلك كان شيئاً آخر مرة ثانية.



وعاد هالي إلى لندن وهو محبط، لكن بعد ٣ أشهر تسلم بحثاً من ٩ ورقات باللاتينية (عن حركة الأجسام في المدارات)، والذي قام فيه نيوتن بوصف المسار البيضاوي للكواكب بواسطة قانون الجاذبية وقوانين الحركة التي وضعها. وكان هذا هو البشير «للمبادئ الرياضية» المشهورة عالمياً (١٦٨٧) والتي قدمت وصفاً رياضياً كاملاً لأفكاره.

## De motu corporum in gyrum.

Def. 1. Vim centripetam appello quæ corpus impellitur vel attrahitur versus aliquod punctum quod ut centrum spectatur.  
 Def. 2. Si vim corporis seu corpori insitam quæ id conatur perseverare in motu suo secundum lineam rectam.  
 Def. 3. Et mutationem quæ ut motus impeditur non alijs causis continetur Hypoth. 1. Rationem centripetam spectantem ad punctum quodammodo fixum. Hypoth. 2. Corpus omne sola vi insula uniformiter secundum rectam lineam.  
 Propositio. nisi aliquid extrinsecus impediat impetum seu vim impetibus quæ sunt extrinsecus a centro radij ad centrum ductis areas continere.

## PHILOSOPHIÆ NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA.

Autore J.S. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos  
Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.  
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.  
Julij 5. 1686.

LONDINI.

Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Probat apud  
plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

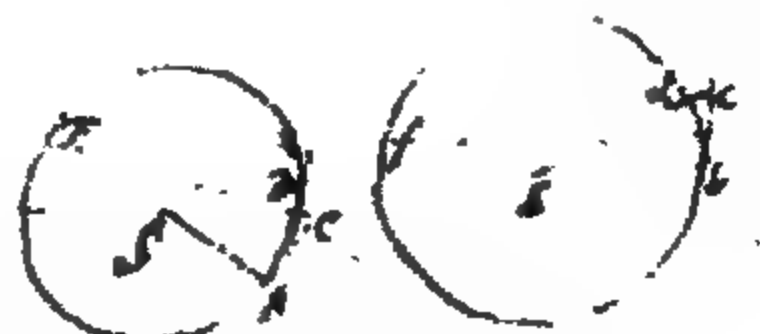
utis aquales, et  
corpus vi insita  
novi parte p  
D. C. Dispositio  
area ab radij  
affecta fuerit  
ubi corpus  
impulsum unico  
recta BC deflectere et perire in  
agatur et. occurrat BC in C et.  
e b corpus impetitur in C. fuge  
aliquis SP, Ce aquale sint triangula  
SAB. Simili argumento si vis  
C, D, E ve. faciens corpus singulis  
tribus rectas CD, DE, EF ve tri-  
sides ipsi SCD et SET ipsi SDE.  
triangula aquales areas describunt  
in infinita et infinita parva, sic,  
triangula respondent triangula.  
missione, et constabit propositio.



2. Hyp. 1.

6. Lem. 1

Corporibus in circumferentijs circularum  
uniformiter gyrantibus vires centripetas esse ut arcuum simul  
descriptorum quadrata applicata ad radios circularum.  
Corpora C, b in circumferentijs  
circularum PD, bd gyrantia simul  
describunt arcus CD, bd. Sola vi  
insita describunt tangentes BC, be  
aut arcibus aequales. Vires centripetae  
sunt quæ propositio retrahunt corpora  
in tangentes ad circumferentias, atque adeo non sunt ad invicem.





## نيوتن وهوكنج

تقوم الأوساط العلمية بمقارنة هوكنج عادة مع الآخرين من علماء الفيزياء المشهورين مثل نيوتن وإينشتين. فلم يكن هناك شخص واحد يتسيد جيله كله مثلما كان نيوتن وكذلك بالنسبة لهوكنج فهو واحد من مجموعة قليلة من العلماء البارعين المتمكنين من علم الكونيات في هذه الأيام. وبعض هذه المقارنات يبدو شيقاً جداً.

فقد قضى نيوتن حياته العملية كلها في كيمبردج مع أبحاثه ومعامله في كلية ترينتي. أما هوكنج فكان في كيمبردج منذ بداية حياته في الدراسات العليا في عام ١٩٦٢ فيما عدا بعض سنوات الراحة القليلة التي قضاها في الخارج.

قام كلاهما بمحاولة توضيح الملاحظات الفيزيائية من خلال نظريات الجاذبية : نيوتن استخدم نظريته الخاصة وهوكنج استخدم النسبية العامة لإينشتين بصورة أساسية.

وقد ارتقى كلاهما نفس المنصب الرفيع في كيمبردج وهو Lucasian  
. Chair of Mathematics



وكان التطبيق واسع النطاق لمبدأ نيوتن «المبادئ الرياضية» غير عادي بالمرّة. فلقد نجحت النظرية في الحال ووجد أنها قابلة للتطبيق على كل أنواع الحركات في النظام الشمسي متضمنة القمر والمذنبات بالإضافة للكواكب. وكانت هذه النظرية دقيقة جداً لدرجة أنها استخدمت لاكتشاف كوكب نبتون والذي لم تكن رؤيته ممكنة بالتلسكوبات المتاحة في وقتها.



هذا فيما عدا مشكلة صغيرة واحدة وهي أن مدار عطارد لم يكن صحيحاً تماماً، ولكن لأن عطارد كان قريباً جداً من الشمس وكانت رؤيته صعبة فقد كان يعتقد أن هذا الاختلاف ناتج عن أخطاء متعلقة بالرصد وتم تبريرها بواسطة كل الناس خلال القرن ١٧ والقرن ١٨.

لكنني منزعج !

وقد تم اكتشاف مدارات المشتري والمريخ وزحل، ولم يكن أحد منزعجاً.

إهدأ ! لم تكن موجوداً بعد !



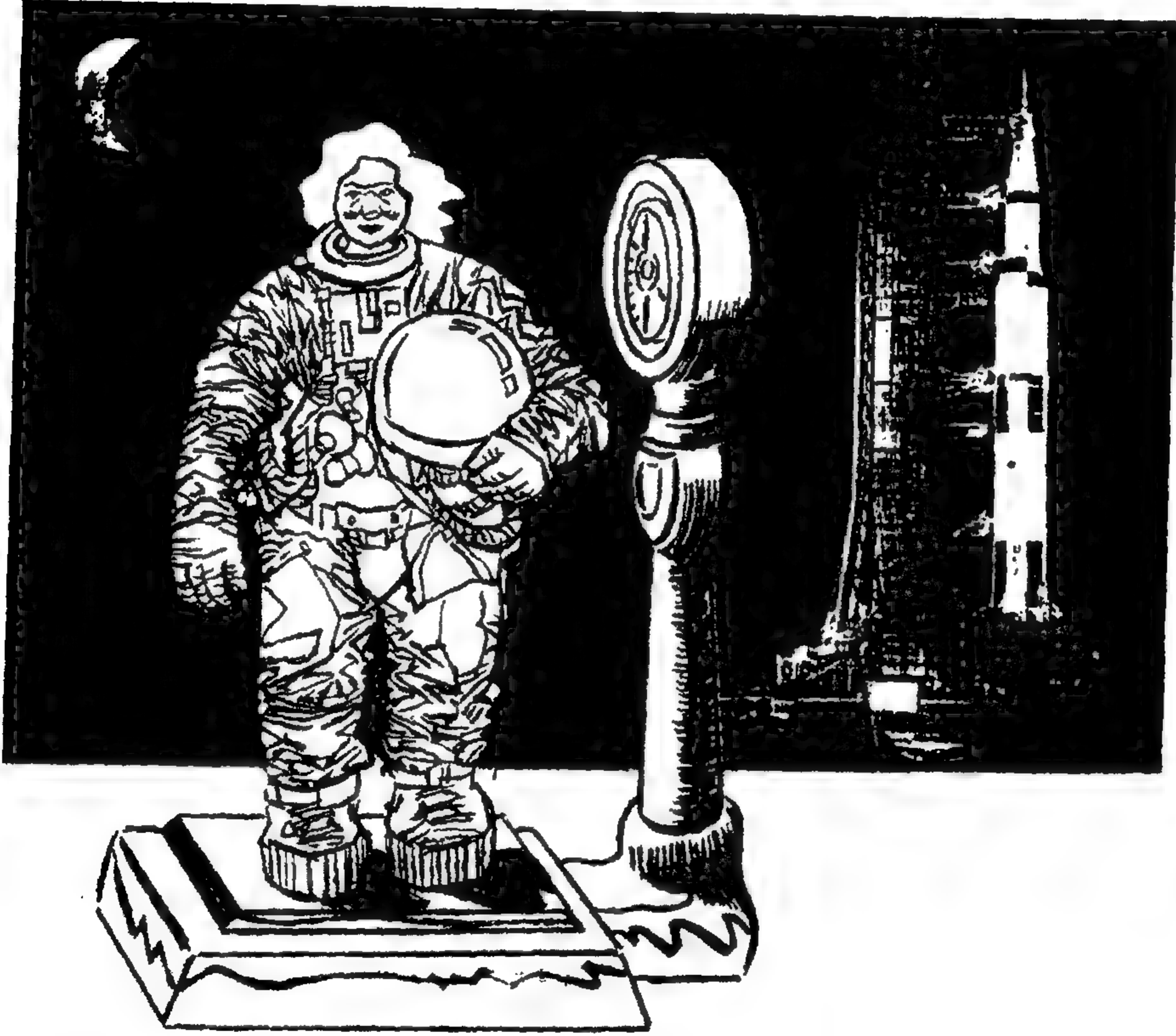
وربما يندهش الكثير إذا علموا أن الوصول إلى القمر بعد وفاة أينشتاين بنصف قرن لا يتطلب أى تحويرات لنظرية نيوتن. وقد استخدم مهندسو ناسا (وكالة الفضاء الاميركية) المبادئ الرياضية عندما كانوا يرسمون صواريخهم فى "كاب كينيدي" عام ١٩٦٩



لكن الفرق بينهما يمكن تجاهله إلا إذا كانت القياسات تتم بالقرب من جسم له كتلة كبيرة. ففي النظام الشمسى يمكن إهمال آثار نسبية أينشتاين واستخدام نظرية نيوتن

## مبدأ الكتلة

لنأخذ في الاعتبار الطريقة الغريبة لإنقاص الوزن : رحلة إلى القمر ! عند نقل جسم في سفينة فضاء إلى القمر فإن وزنه ينقص إلى السدس ! ويمكن التحقق من نقصان الوزن هذا ببساطة جداً، باستخدام قانون نيوتن في الجاذبية للمقارنة بين قوة جذب الجسم على سطح الأرض (أى وزنه) بتلك على سطح القمر. بمجرد التعويض بالأرقام في المعادلة نرى هذا النقصان الغريب في الوزن. ولكن لاحظ كيفية استخدام الكتلة.



كتلة رجل الفضاء هي ٦٠ كجم (والتي تم تحديدها بواسطة ميزان وكتل عيارية) ،  
وكتلة الأرض هي ٥,٩٨ x ١٠<sup>٢٤</sup> كجم ونصف قطرها ٦,٣٧ x ١٠<sup>٦</sup> متر، وباستخدام  
هذه القيم في معادلة نيوتن نجد أن الوزن يساوى :  
الوزن = ق ج = ٥٩٠ نيوتن = ١٣٢ رطل.



والآن ما هو وزنه على القمر ؟ استخدم نفس الطريقة ولكن هذه المرة بوضع كتلة القمر =  $7,34 \times 10^{22}$  كجم ونصف قطره =  $1,74 \times 10^6$  متر  
الوزن =  $97$  نيوتن =  $21,8$  رطل.  
وحتى مصارع السومو سيزن  $50$  رطلاً فقط.



الكتلة، بالرغم من أنه لا يوجد شك حولها، إلا أن مبدئها ملىء بالحيل. ومن قبل أينشتين لم يكن فقط من الصعب فهمها ولكن أيضاً كانت غامضة بفضاعة. وإذا فكرنا في هذه الخاصية للأجسام التي تجعلها تنجذب ناحية أجسام أخرى تبعاً لقانون الجذب لنيوتن:

$$ق \text{ (قوة)} = ج \frac{ك_1 ك_2}{ف^2} \text{ (كتلة التجاذب)}$$





بعد ذلك ، فكر فى خاصية الجسم التى تجعله يقاوم التغيرات فى سرعته كما فى قانون نيوتن الثانى للحركة

ق (قوة) = ك (كتلة القصور الذاتى) x جـ (العجلة)

$$\text{أو جـ} = \frac{\text{ق (قوة)}}{\text{ك (كتلة)}}$$

وبالطبع إذا كانت الكتلة الهامدة كبيرة فإن العجلة تكون صغيرة.

والآن هل يوجد اختلاف بين هاتين الكميتين،

كتلة التجاذب وكتلة القصور الذاتى ؟

لقد أربكنا نيوتن.



## ألبرت أينشتاين. منقذ الفيزياء التقليدية

تم ترك عدم التوافق في الفيزياء التقليدية لرجل واحد فقط ليوضحها ألا وهو ألبرت أينشتاين. وقد قرر علماء العصر الفيكتوري العظيم أنه لم يتبق سوى مشاكل تافهة، لكن أينشتاين سار في اتجاه ليقلب فيزياء نيوتن رأساً على عقب. وإذا تخيلنا أن البناء النظري الذي وضعه نيوتن عبارة عن بيت مصنوع من بعض الكروت الورقية. ففي الواقع قام أينشتاين بإزالة اثنين من هذه الكروت فقط. وما حدث فقط هو أنهم كانوا في أساس هذا تكوين



ولافتراض ذلك كان على أينشتاين أن يثبت أنه ليس بإمكان أي شيء أن يتحرك بسرعة أكبر من سرعة الضوء. وأنتى قال عنها أينشتاين أنها دائماً ثابتة. وقد أسمى أينشتاين هذا العمل بالنظرية الخاصة نسبية



كانت أول أبحاث أينشتاين عن الديناميكا الكهربائية واهتمت بالإشارات الضوئية والساعات المتحركة. ولكنه بعد فترة وجيزة بدأ ينزعج بخصوص الجاذبية وأربكته خاصيتها المحيرة التي تسمى بالتأثير عن بعد. ووفقاً لنيوتن، إذا اختفت الشمس فجأة عند لحظة ما فسيختفي أيضاً مجالها عند الأرض فجأة والتي تبعد عنها ملايين الأميال. ولكن الضوء القادم من الشمس وبسرعته المحدودة يستمر في السير تجاه الأرض ولمدة ثماني دقائق بعد ذلك. وقد أربك ذلك أينشتاين مثلما فعل مبدأ الكتلة.



بالنسبة لأينشتاين كانت هذه الملاحظات عبارة عن تناقضات انزعج منها عبر سنين، وكان يعرف بصفته شاباً أن إرادة الله وراء كل هذه التفاصيل.

وبدأ أينشتاين المنزعج يأخذ في اعتباره احتمال وجود طريقة أخرى لتفسير الجاذبية، والتي ربما لا تكون قوة على الإطلاق. وحيث أن حركة الأجسام التي تسقط سقوطاً حراً لا تعتمد على كتلة أو تركيب هذه الأجسام (كما اكتشف جاليليو في القرن الخامس عشر) فإن الجاذبية ربما تكون راجعة لخواص معينة للوسط الذي تسقط فيه، أو الفراغ نفسه. وبواسطة العديد من الخطوات الخاصة والإبداعية استنتج أينشتاين أن الفضاء ليس مستوياً ولكنه منحنٍ وهذه الانحناءات تنتج عن وجود الكتل في الكون. وكنتيجة مباشرة فإن الأجسام التي تسير في الفضاء المنحني لا تتبع خطوطاً مستقيمة ولكنها بدلاً من ذلك تتبع مسارات أقل مقاومة عبر خطوط الكتور للفضاء المنحني، وتسمى هذه المسارات

جيودسيك geodesics . وإذا كان هذا صحيحاً فلا توجد حاجة لقوى الجذب التي تنتقل لحظياً ولا حتى من الضروري تفسير التطابق الشاذ بين كتلتى الجذب والقصور الذاتى.

وقد قام أينشتاين بإنقاذ الفيزياء التقليدية وإكمال ما قام به جاليليو ونيوتن وجيمس كلرك ماكسويل (١٨٣١ - ١٩٠٧).





## أينشتين وهوكنج

لقد أتت معظم الأعمال العظيمة فى الفيزياء نتيجة ربط البديهة الفيزيائية الخارجة مع المهارات الرياضية ، وتعتبر الأولى أهم بكثير من الثانية.

لم يكن كل من أينشتين وهوكنج عالم رياضيات فقط ولكنهما قاما بتعلم الرياضيات التى تمكنهما من دراسة الفيزياء ووضع صيغ لأفكارهما فى أفضل صورة ممكنة. قام أينشتين بالاستعانة بصديقه مارسل جروسمان لتعلم طرق هندسة ريمان من أجل معالجة الفضاء المنحنى. أما هوكنج المتلهف لحل أسرار الثقوب السوداء فقد سأل روجر بنروز من أجل تعلم الطرق الطبولوجية الجديدة لنظرية الانفرادية Singularity theory . وقد كان لكليهما القدرة على التقاط الحلول لمعظم المشاكل الشيقة.

وقد كانت فكرة أينشتين عن الفضاء المنحنى على قدر من العقلانية ولكنه لم يعرف كيفية صياغة هذا التصور الجديد. لذلك فقد بدأ أينشتين بالحلم تماماً كما فعل فى نظرية النسبية الخاصة.

وكان عليه أن يحول الأفكار النوعية التخطيطية إلى مجموعة من المعادلات التى تعطى الكمية الدقيقة لمقدار الانحناء الناتج عن مقدار كتلة معين. وهذا التطور يعتبر أحد أكثر الأمثلة الإبداعية التى تعتمد على قوى التفكير المجرد. وقد أطلق أينشتين على هذه الفكرة التى جعلته يبدأ فى هذا المجال :

أسعد فكرة فى حياتى ... !

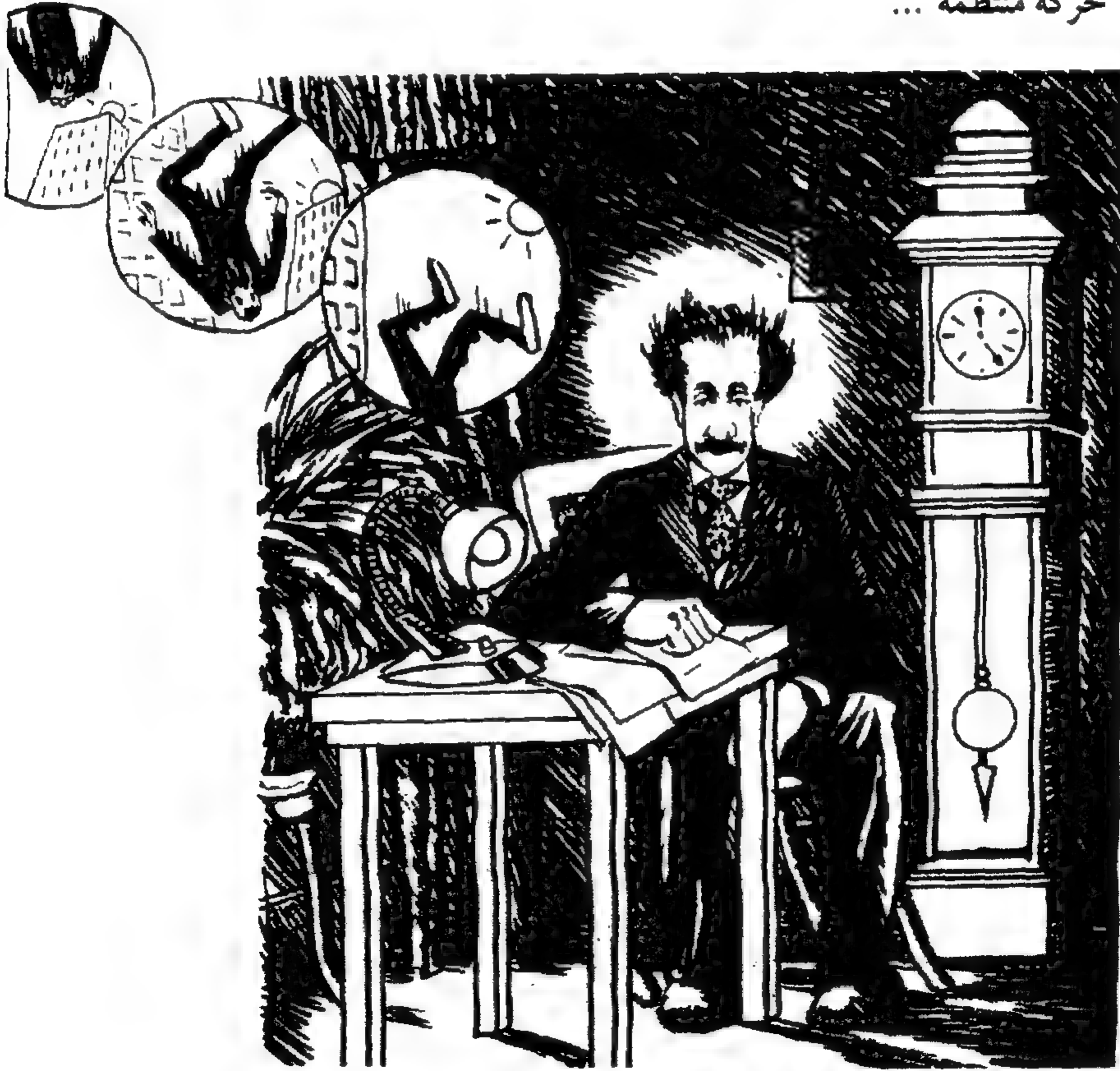


## أسعد فكرة لأينشتاين

عندما كنت جالساً في مكتب براءة الاختراع في برن (١٩٠٧) ورد على ذهني فكرة مفاجئة، إذا سقط شخص ما سقوطاً حراً فلن يشعر بوزنه. لقد كنت مروعاً في وقتها وجاءت هذه الفكرة بانطباع عميق لديّ ودفعتنى لنظرية جديدة للجاذبية، وكانت هذه هي أسعد فكرة في حياتي.

وقد كنت مصدقاً بأنه إذا سقط شخص سقوطاً حراً فإنه لن يشعر بأي مجال للجذب. وإذا قام هذا الشخص بإسقاط جسم آخر (مثل كرة المدفعية) فإنه سيظل في حالة سكون أو حركة منتظمة بالنسبة له بغض النظر عن طبيعته الكيميائية أو الفيزيائية. (وبالطبع يأتي هذا بعد تجاهل مقاومة الهواء).

وبالطبع هذا الشخص له الحرية الكاملة لوصف حالته بأنه في حالة سكون أو حركة منتظمة ...





ثم أكمل قائلاً ...

وبسبب هذه الفكرة، فإن القانون التجريبي الغريب الذي ينص على أنه في مجال الجاذبية تسقط كل الأجسام بنفس العجلة (وهي طريقة أخرى للقول بأن كتلة الجذب هي نفسها كتلة القصور الذاتي) قد حظى فجأة بمعنى فيزيائي عميق. وإذا وجد جسمًا واحدًا فقط يسقط بعجلة مختلفة عن عجلة سقوط الأجسام الأخرى، فبمساعدة هذا الجسم يمكن للأجسام الأخرى أن تتحقق من كونها تسقط في مجال للجذب. أما إذا لم يوجد مثل هذا الجسم فإن الشخص الذي يسقط سوف يفتقر لأي وسيلة يمكنه بها التحقق من سقوطه في مجال جاذبية. وقد أكدت كل الدراسات منذ أيام جاليليو بدقة تامة أن كل الأجسام تسقط بنفس العجلة. لذلك فإن هذا الشخص له كل الحق لأن يعتبر أنه في حالة سكون وأن البيئة المحيطة به خالية من أي مجال للجذب. لذلك فإن الحقيقة التي توضح عدم اعتماد عجلة السقوط على نوعية المادة المكونة للجسم تعتبر مبدأً قوياً لتطبيق فروض النسبية على أنظمة المحاور التي تتحرك حركة غير منتظمة.



وقد اعتقد أينشتين أن عدم إحساس الشخص الذي يسقط سقوطاً حراً بوزنه يبدو أكثر بساطة. وبناءً على هذا فقد قام بإزالة كل سقطات التفكير وعدم التوافق في نظرية نيوتن التي يمكن أن تسمح بها بديته وقوانين الفيزياء. وقد قام بنقل هذه الفكرة البسيطة للسقوط الحر إلى معمل صغير لا توجد فيه جاذبية. وعند ذلك استطاع أن يحلل تأثير الجاذبية على بعض الظواهر مثل انثناء شعاع الضوء أو تبطيء الساعة ببساطة عن طريق تبديل مجال الجاذبية بمحاكاة حركة معجلة. وبهذه البساطة استطاع أينشتين أن يستبدل الجاذبية بالعجلة واكتشف بذلك مبدأ التساوي.

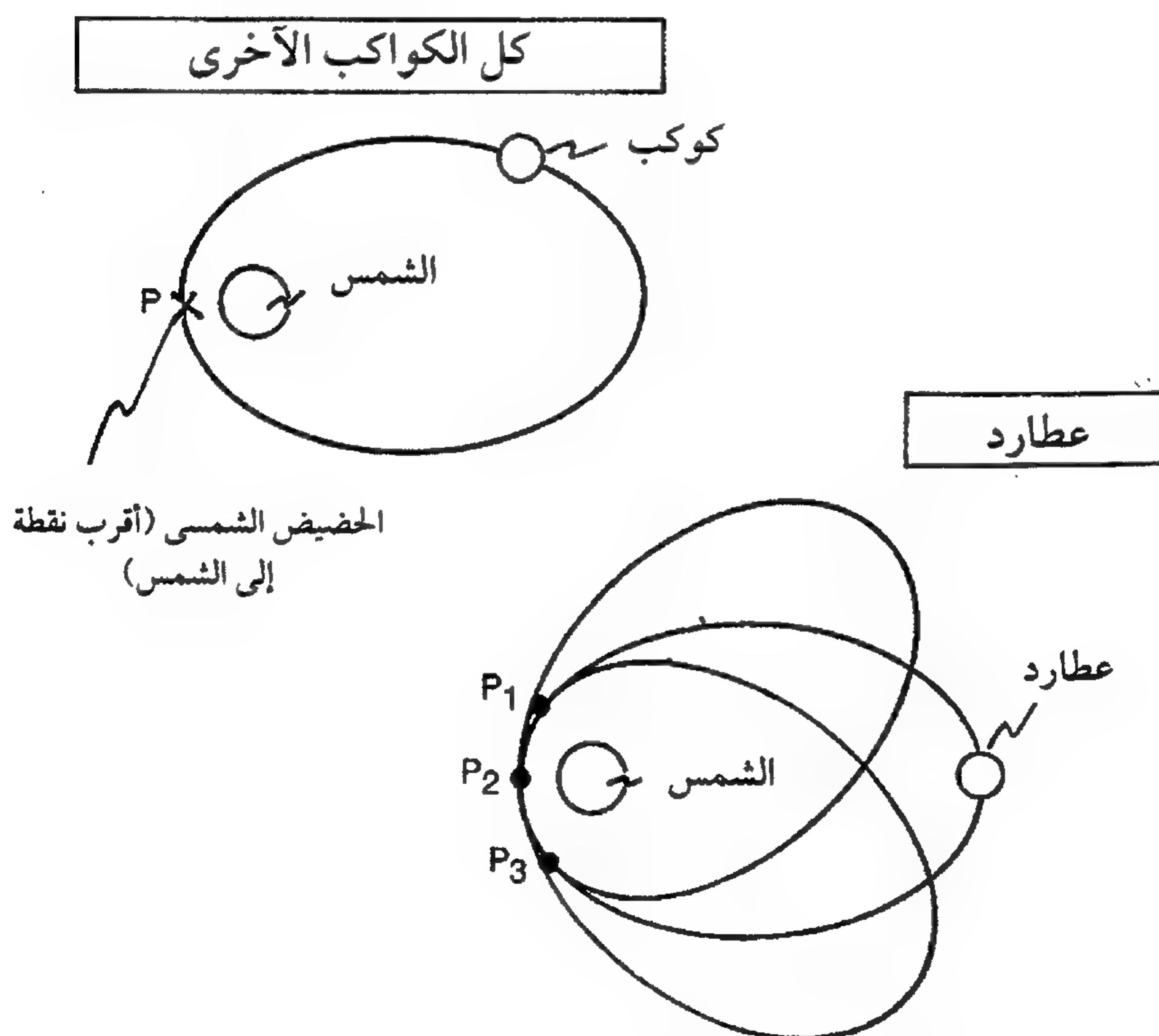




ويستطيع أينشتين عند هذه النقطة أن يستخدم مبدأ النسبية (وهو ينص على أن القوانين الفيزيائية لا تعتمد على نظام المحاور) لاختبار قوانينه الجديدة عن انحناء الفضاء. ولديه أيضاً مبدأ التساوى (الجاذبية تساوى العجلة) ليبدأ من خلاله بالإضافة إلى بعض المعلومات التجريبية المفيدة.

### الحضيض الشمسى لعطارد : من المشكلة إلى الحل

نعود الآن إلى العلماء فى عصر نيوتن، حيث إنهم لم ينزعجوا من عدم التوافق فى مدار عطارد والذي لم يكن يعود إلى نقطة البداية فى كل دورة. وفى أيام أينشتين كان علماء الفلك أكثر من منزعجين، فقد كانوا بحاجة إلى توضيح. وقد تم قياس عدم التوافق هذا بدقة عالية ليعطى ٤٣ ثانية بالتقدير الدائرى. ويستطيع أينشتين الآن أن يستخدم نتائج الحضيض الشمسى لاختبار قانون الانحناء.



الحضيض الشمسى لعطارد يتقدم ٤٣ ثانية بالتقدير الدائرى كل قرن

## العثور على المعادلة الصحيحة

قام أينشتاين باستخدام المبادئ الثلاثة لاختبار معادلاته ... وهذه المبادئ هي :





وهذه المعادلات أيضاً تنبأت بانحراف مقداره  $1,7$  بالتقدير الدائري للضوء الذي يمر بجانب حافة الشمس، وهكذا حققت تنبؤه عن التأخير في الزمن أو التواء الزمن. وقد قدم أينشتاين الصورة النهائية لقانون النسبية العامة للانحناء في الفضاء والالتواء في الزمن للأكاديمية البروسية في الخامس والعشرين من نوفمبر عام ١٩١٥.

بعد ذلك جلس ليكتب خطاباً إلى صديق حميم، وهو عالم الفيزياء الألماني بول إيرنفست.



## معادلات المجال : ماذا تعنى ؟

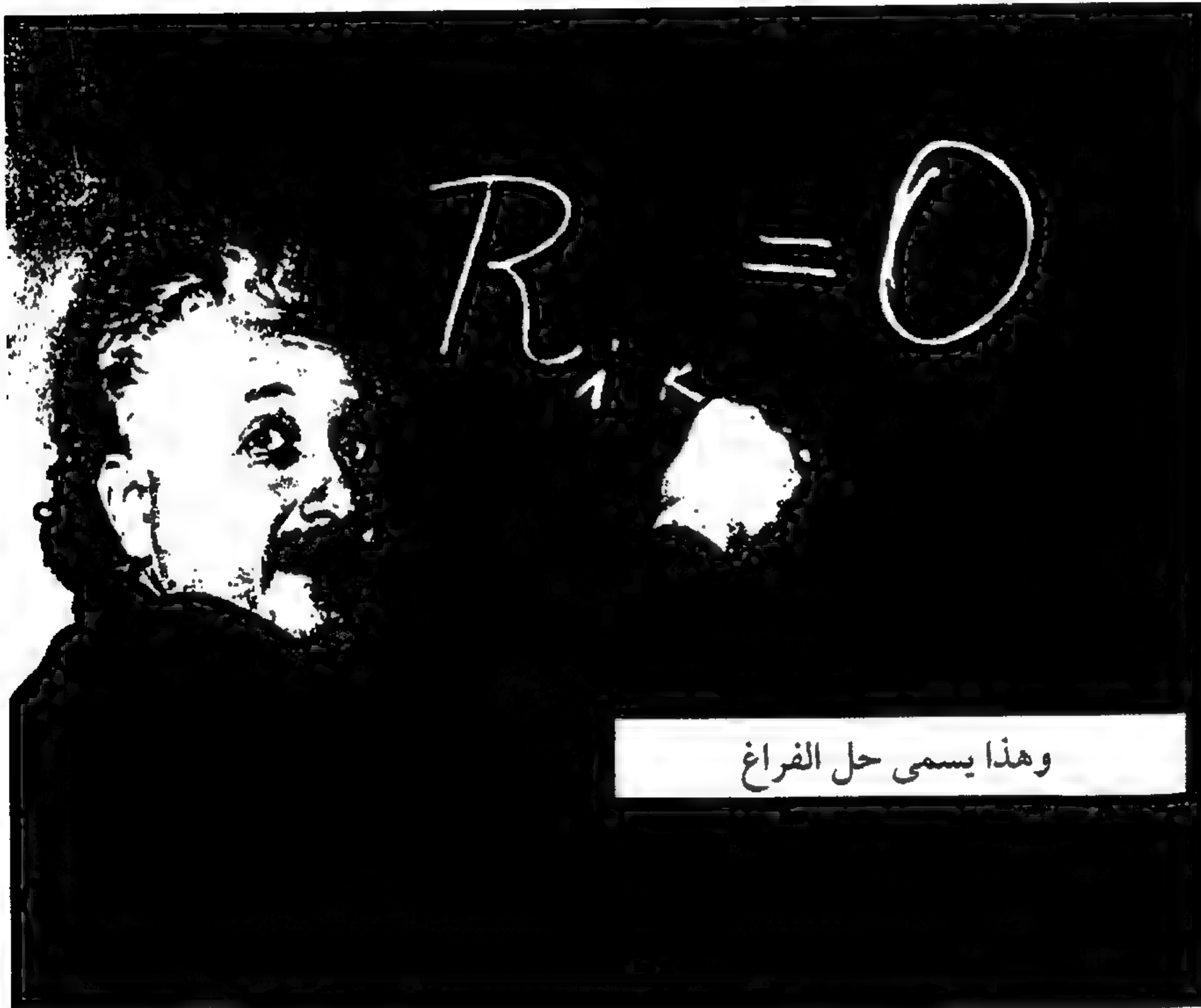
قام الأستاذ البالغ من العمر ٣٦ عاماً بوضع معادلات رياضية أعطت تفاصيل العلاقة بين انحناء الفضاء وتوزيع الكتلة فى الكون. وقد وجد أينشتاين أن المادة تخبر الفضاء كيف ينحني ثم يقوم الفضاء بإخبار المادة بكيفية تحركها - وهذه طريقة جديدة لوصف الجذب ، بدون قوى. ولكى يتمكن المرء من التحول بين هذين التصورين للجذب فعليه أن يقوم بقفزة عقلية.



وهذه المعادلات الخارقة تحتوى على توضيح انتقال الحضيض الشمسى لعطارد ودرجة انحناء ضوء النجوم ووجود موجات الجذب والمعلومات عن التفرد فى الفراغ والزمن ووصف تكوين النجوم النيوترونية والثقوب السوداء وحتى التنبؤ بتمدد الكون. هذه هى الأخبار الحسنة.



أما الأخبار السيئة فهي أن الرياضيات صعبة جداً، فهناك عشرون معادلة آنية في عشر كميات مجهولة. وهذه المعادلات يستحيل حلها فيما عدا بعض الحالات الخاصة حيث تقدم اعتبارات التماثل أو الطاقة اختصارات لهذه المعادلات في صورة أبسط. وإذا تجاهلنا الثابت الكوني لامدا وأخذنا في اعتبارنا الفضاء الحر حيث إن مؤثر الكتلة يساوى صفراً فإن هذه المعادلات تأخذ الصورة البسيطة ...

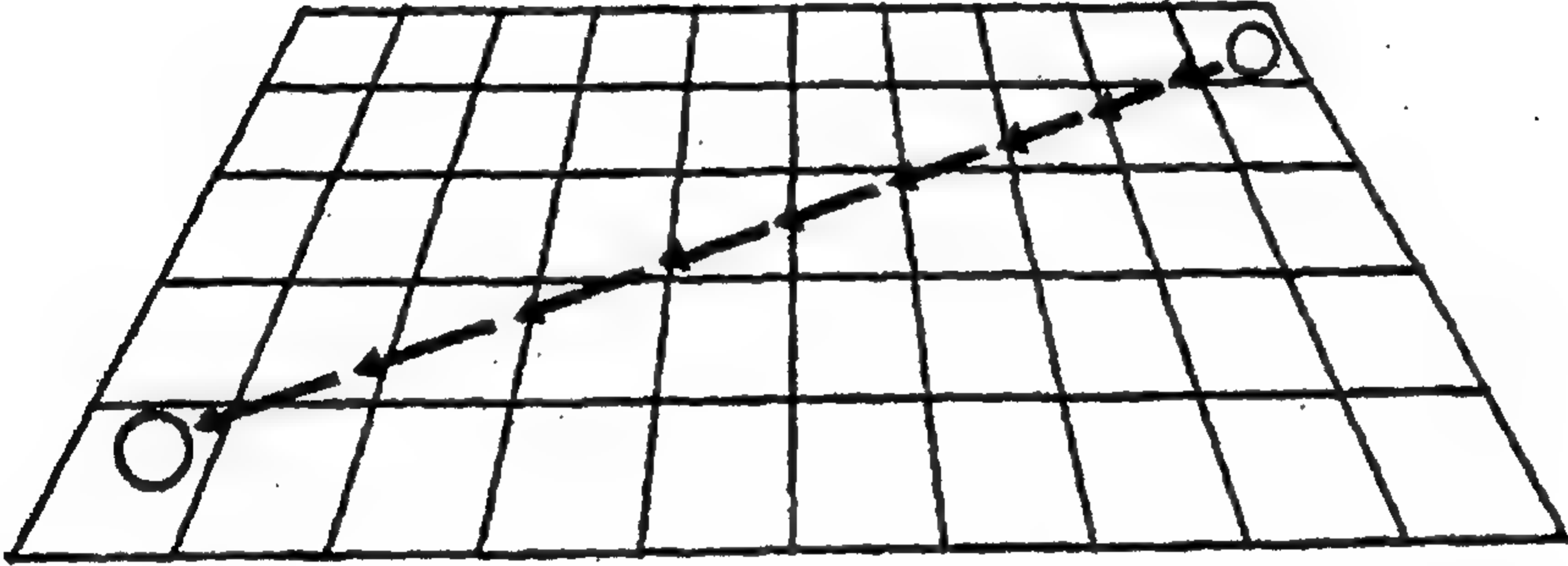


وهذه المعادلات أخذت شهرة واسعة عن طريق تصوير أينشتين وهو يكتبها أثناء إلقاءه محاضرات عن نظريته في العشرينات من القرن العشرين ، وهي تبدو سهلة !

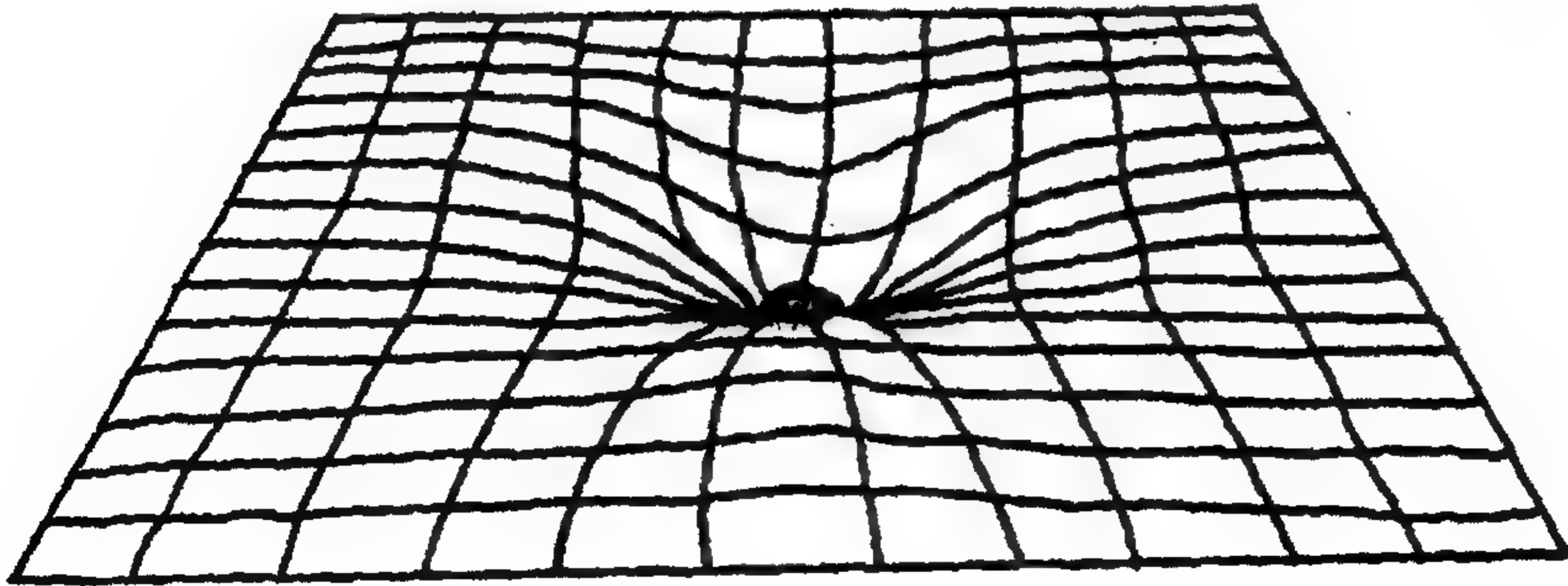
## توضيح الفضاء المنحني : نموذج الرقبة المطاطية

تعتبر نظرية الجذب التي وضعها أينشتاين غير عادية تماماً عندما تتم مقارنتها بنظريات المجال الأخرى مثل الكهربية أو المغناطيسية. حيث إن وصف حركة الأجسام تبني على معادلات المجال (كيفية انحناء الفضاء والوقت). ومن الممكن فهم ذلك من خلال نموذج بسيط يسمى الرقبة المطاطية.

فإذا أخذنا في اعتبارنا لوحة بلياردو تم استبدال ألواحها العلوية برقبة مشدودة من المطاط القابلة للتشد. وإذا تدحرج جسم خفيف مثل كرة تنس الطاولة على هذه اللوحة فإنه يسير في خط مستقيم نوعاً ما. وهذا يماثل الفضاء المستوي ويعبر مسار كرة تنس الطاولة عن الحركة في خط مستقيم التي وضعتها النسبية الخاصة.

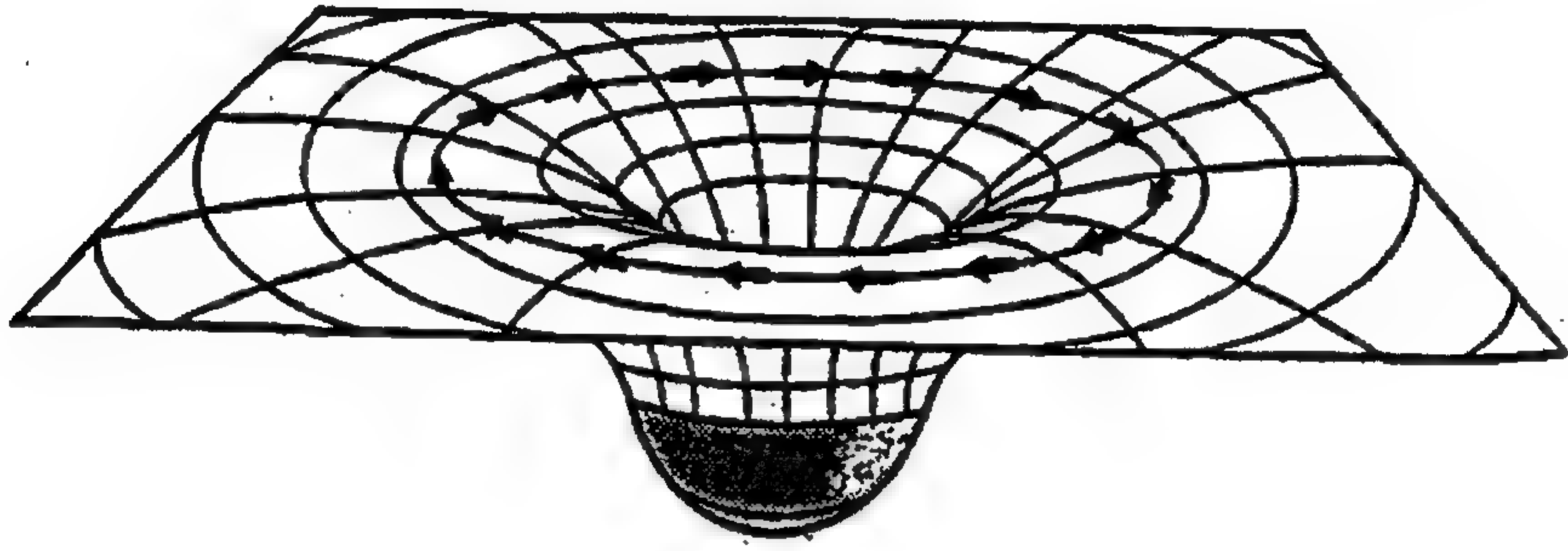


أما عند وضع كرة بلياردو ثقيلة عند مركز هذا اللوح فإنها تجعله ينحني مكوناً انخفاضاً عند مركزه. هذا النموذج الآن يحاكي انحناء الفضاء بالقرب من الكتلة المركزية الذي تم وصفه بواسطة النسبية العامة.

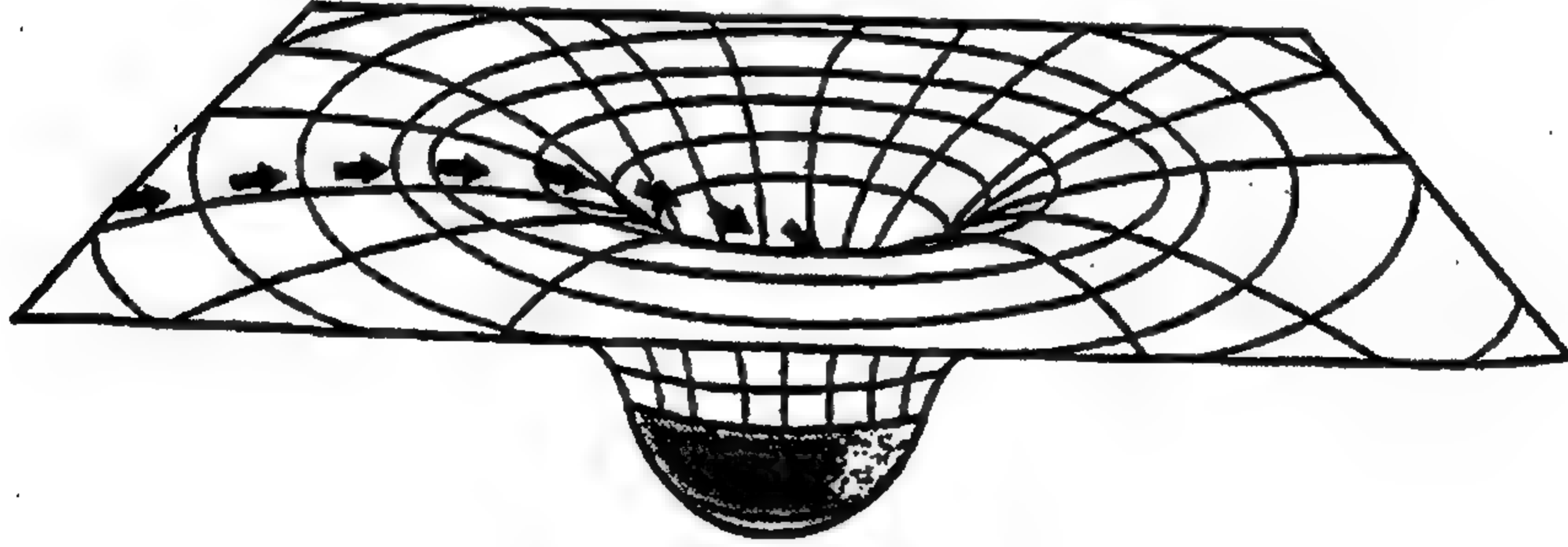




وأبسط حالة من حالات الحركة (غير الخط المستقيم) هي عندما يجذب هذا الانخفاض أى جسم متحرك ليكون مداراً دائرياً، لاحظ أن هذا لا يحتاج إلى أى قوى طرد مركزي للحفاظ على مدار الجسم كما فى تصور نيوتن. ويفضل الجسم دائماً الحركة فى خط مستقيم ولكن انحناء الفضاء يجعله يتحرك فى دائرة حول مركز ما. وهو ببساطة يتحرك فى مسار أقل مقاومة فى هذا الفضاء المنحنى. وهذا هو تمثيل النظرية العامة للنسبية لكيفية أسر الكواكب فى مدارات حول الشمس.



أما إذا كان الجسم يتحرك فى خط مستقيم باتجاه الشمس ، فإنه يسقط متسارعاً نحو المركز الجاذب، وهذا هو تمثيل تصادم النيازك مع الشمس أو الأرض.

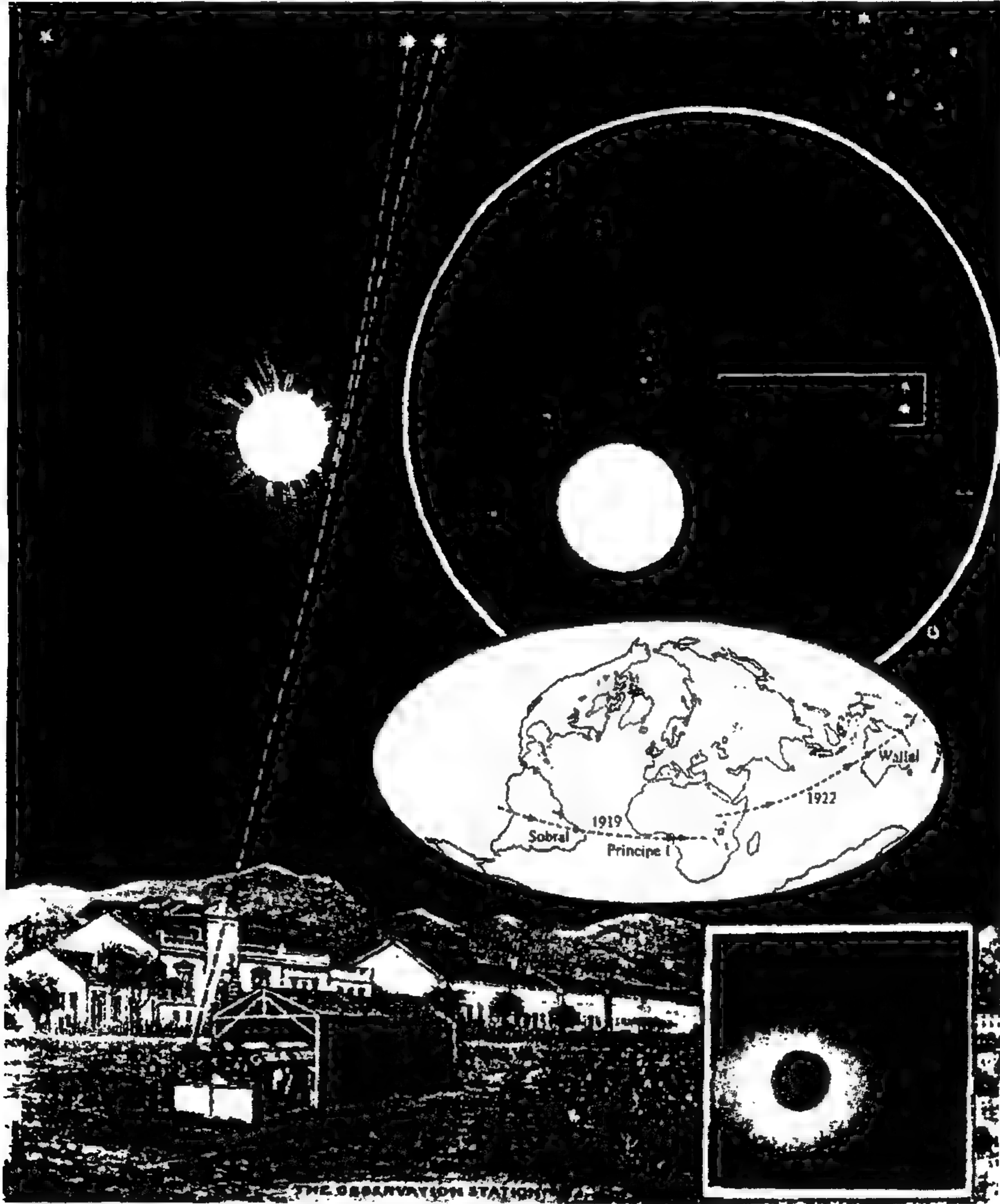


بمساعدة هذه الأشكال من الممكن تصور الاختلاف التام والواضح بين نيوتن وأينشتين، فقد قام أينشتين بإبدال قوة الجذب بالفضاء المنحنى. وعندما تم نشر هذه النظرية قوبلت بكثير من الشكوك التى تحتاج لأدلة أكثر.

## انثناء ضوء النجم : كسوف ٢٩ مايو ١٩١٩

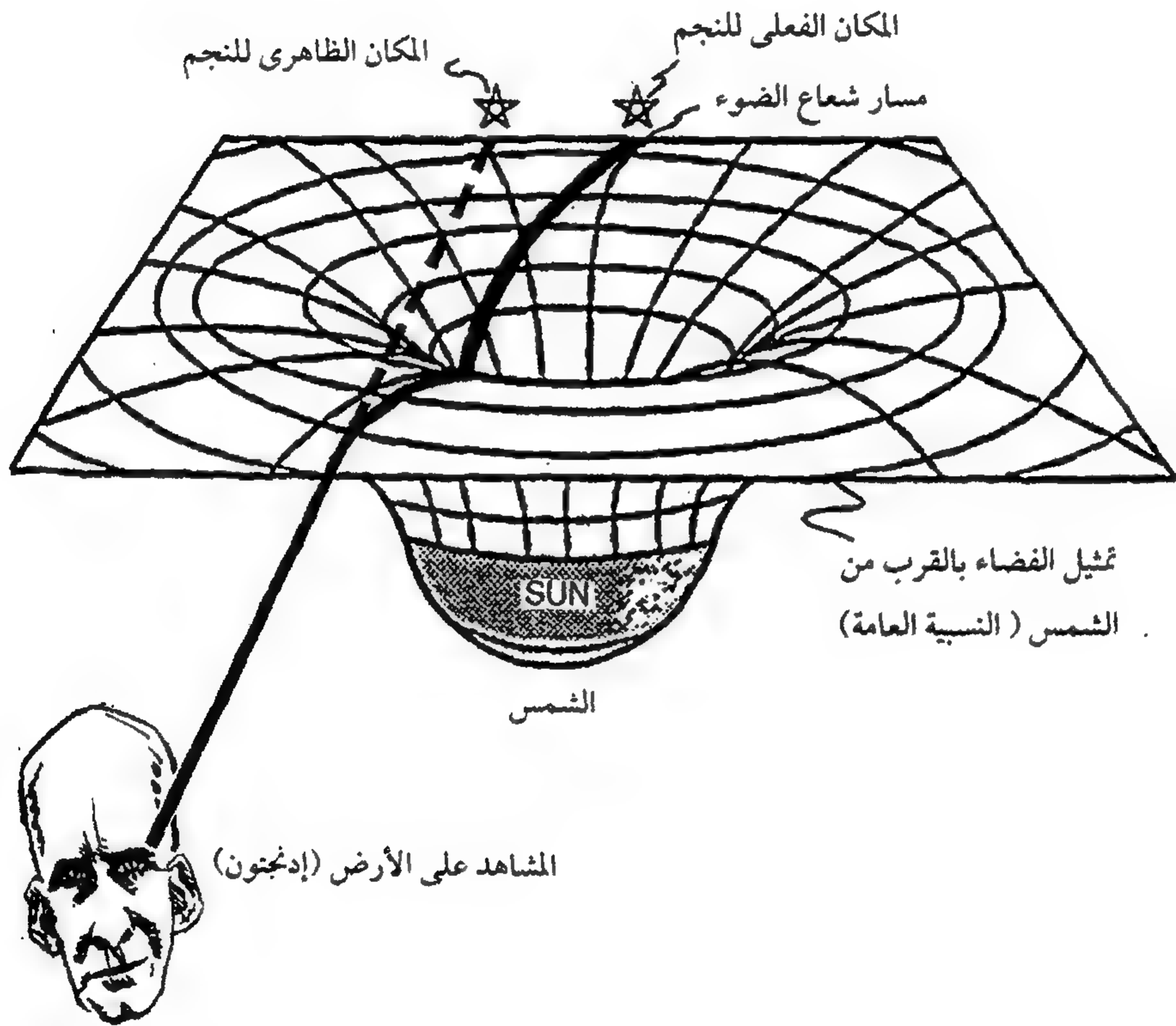
بعد أربعة أعوام كان الوسط العلمى يترقب البرهان التجريبي الذى اقترحه أينشتين فى بحثه الأساسى، ألا وهو انثناء ضوء النجم أثناء كسوف الشمس. وقد تنبأت النظرية بأن ضوء النجم الذى يمر بجوار حافة الشمس يعانى من إثناء عن مساره الأصيل بمقدار ١,٧ ثوانى بالتقدير الدائرى. وكان هذا هو أول اختبار حقيقى للنظرية.

ضوء النجم ينثنى بواسطة جذب الشمس : نظرية أينشتين





كانت الشروط المثلى لمثل هذه التجربة متحققة في الكسوف الكلى للشمس يوم ٢٩ مايو ١٩١٩ . وقد قاد عالم الفلك الإنجليزي آرثر ستانلى إدنجتون (١٨٨٢ - ١٩٤٤) بعثة إلى جزيرة «برينسيب» بالقرب من سواحل أفريقيا لتصوير هذا الكسوف . وقد وجد إدنجتون أن أشعة الضوء التى خرجت من النجم قبل آلاف السنوات وعانت من انثناء بواسطة الفضاء المنحنى قرب الشمس قبل ثمان دقائق من مرورها عبر عدساته قد وصلت إلى الألواح الفوتوغرافية تماماً مثلما قال أينشتاين . الآن اكتملت واحدة من أكثر التجارب ملاحظة فى تاريخ العلم .



وقد جعل تمثيل الرقيقة المطاطية ثنائية الأبعاد لإزاحة النجم هذا التفسير أكثر بساطة .

تم عرض نتاج بعثة الكسوف بواسطة عالم الفلك فى الجمعية الملكية فى ٦ نوفمبر ١٩١٩ وأصبح أينشتاين فجأة بطلاً دولياً. وقد اقترحت مانششتات جريدة نيويورك تايمز أن هناك كوناً جديداً قد تم اكتشافه ... وفى هذه المرة لم يكن تعليق الأخبار مبالغاً فيه.

وقد لازم الإرهاق من الحرب هذا العالم الشاذ الذى جلس فى برن مع قلمه ولفافة ورق يتأمل التخطيط العظيم الذى وضعه الله لهذا الكون بأكمله.

فى الحقيقة تم تجاهل كل هذه النتائج عند نشرها وخاصة من مبتكرها نفسه، ألبرت أينشتاين.

أول هذه الحلول ظهر فى الحال.





وقد وصف الكثير من النقاد هذه النتائج بأنها غير حاسمة وخاصة أن احتمالية الخطأ في قياسات النجم كانت كبيرة جداً ... لذلك فقد استمرت الشكوك.

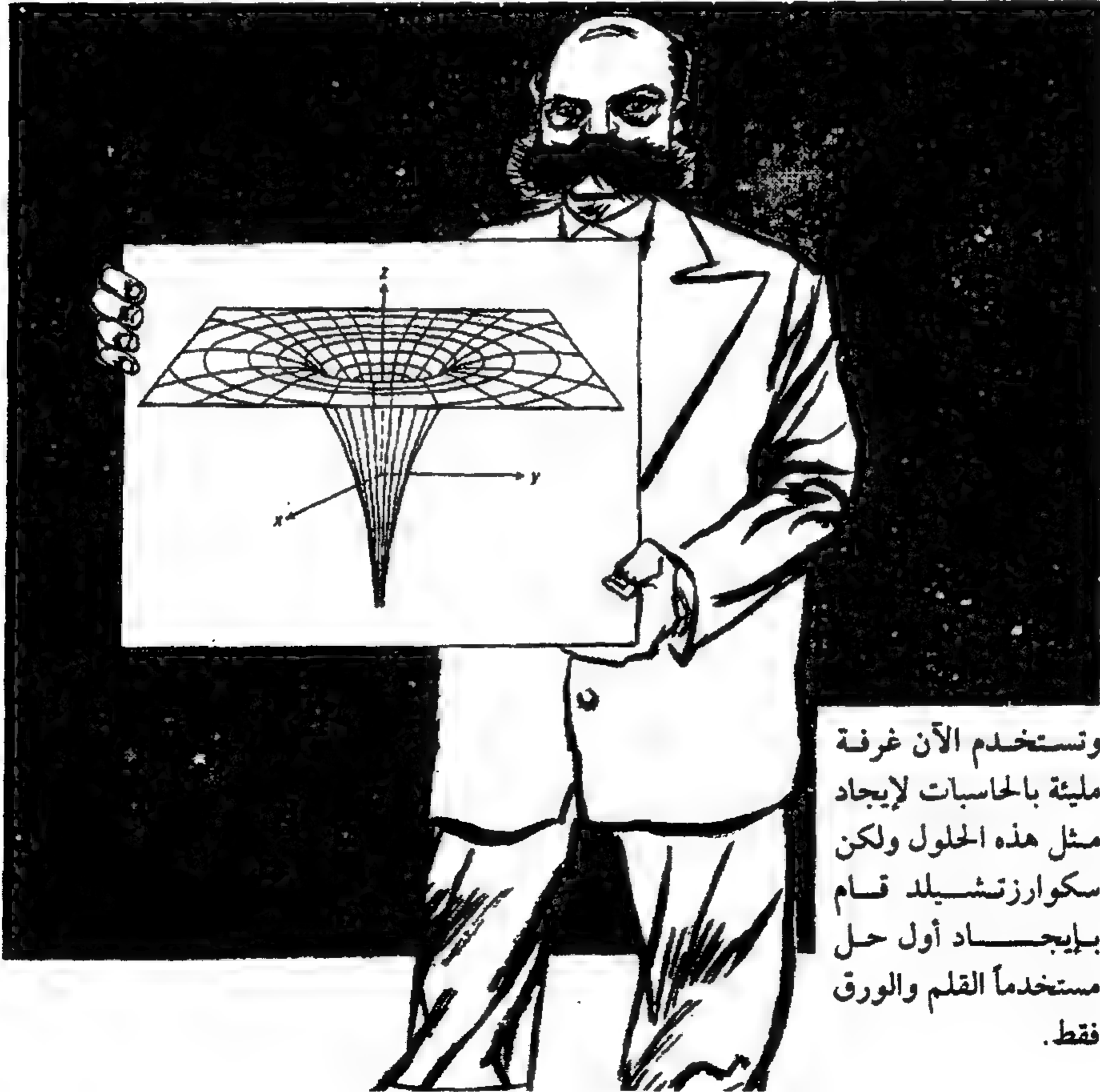
### حل معادلات أينشتاين : نقطة البداية لأبحاث هوكنج

★ لقد ظهرت العديد من الحلول لمعادلات المجال التي وضعها أينشتاين في الفترة ما بين نشر النظرية وحتى انتهاء الحرب العالمية الثانية. وهذه الحلول كانت هي أساسيات أبحاث هوكنج.



### (١) هندسة سكوارز تشيلد

فى عام ١٩١٥ أرسل عالم الرياضيات كارل سكوارز تشيلد بحثاً إلى أينشتين والذي قام فيه باستخدام طرق التحليل الرياضى لإيجاد حل تام لمعادلات أينشتين لأى جسم كروى مثل النجم. ولقد مثل هذا الحل كيداً لأينشتين وذلك لأنه استطاع فقط إيجاد حل تقريبي لمعادلاته واعتقد أن مثل هذا الحل التام لا يمكن وجوده أبداً. وقد كان حل سكوارز تشيلد إنجازاً كبيراً وذلك بسبب المعالجة الفنية البارة التى استخدمها فى حل عشر معادلات تحتوى على عشرين كمية وينتج عنها المئات من الحدود. ولم تكن هذه المعادلات معادلات جبرية بسيطة ولكنها أخذت صوراً متعددة مثل معادلات الدرجة الثانية والمعادلات الغير خطية ومعادلات تفاضلية جزئية وهى كلها عبارة عن هلاك بالنسبة لكل طلاب الفيزياء.



وتستخدم الآن غرفة مليئة بالحاسبات لإيجاد مثل هذه الحلول ولكن سكوارز تشيلد قام بإيجاد أول حل مستخدماً القلم والورق فقط.



### نصف القطر المخرج

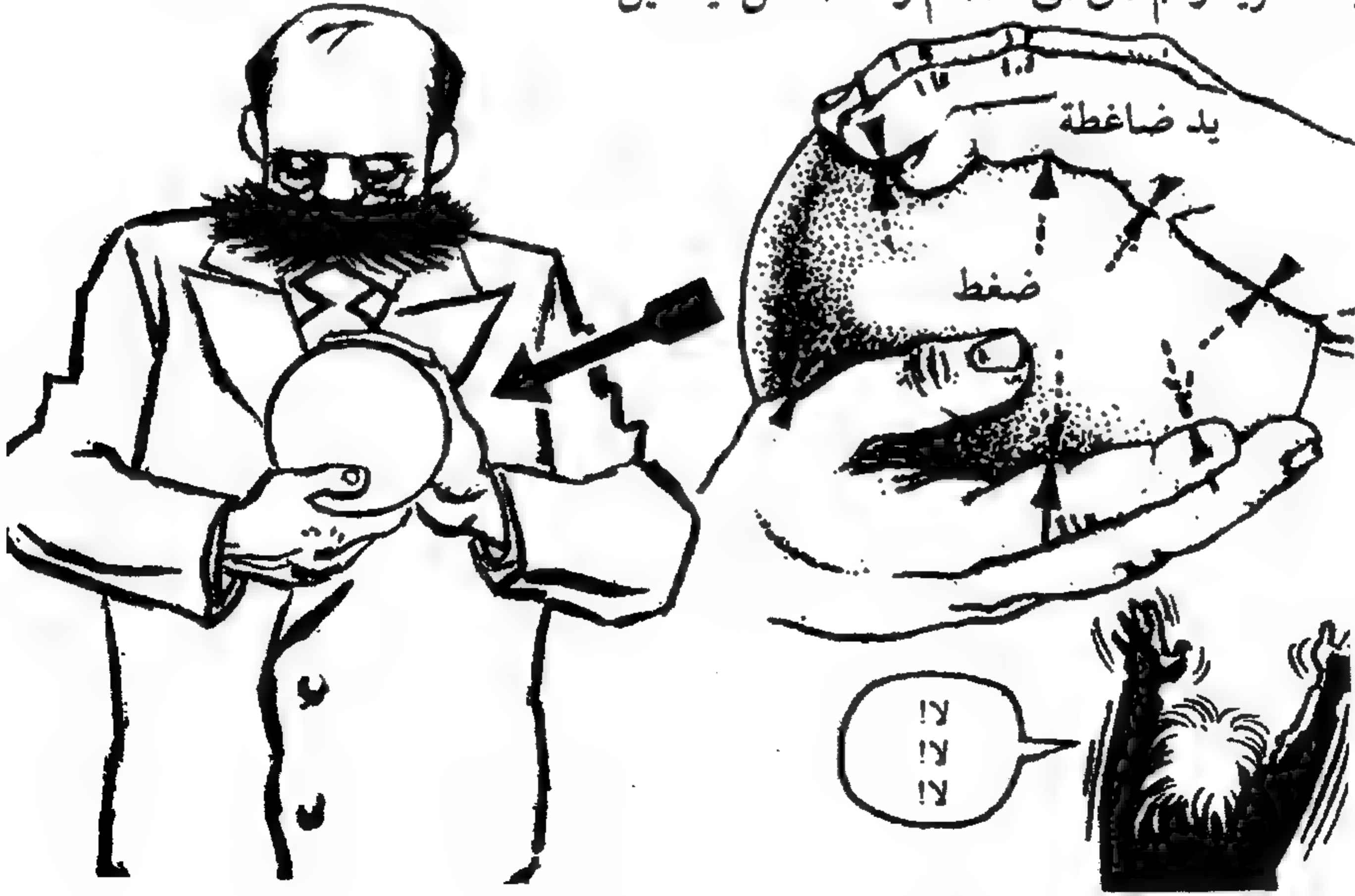
أوضحت رياضيات سكوارزتشيلد كيفية تغير انحناء الفضاء حول أى جسم له أى كتلة كدالة فى المسافة من مركزه (أى على امتداد نصف قطره). وقد أدت نتائجها إلى ظهور نوع غريب جداً من الهندسة. وكان يبدو أن هناك نقطة حرجية يكون الانحناء قوياً جداً لدرجة أن المادة لا تستطيع أن تهرب منه. وتعرف هذه النقطة الآن باسم نصف قطر سكوارزتشيلد وتعتمد فقط على كتلة الجسم وتعطى على الصورة :

$$\text{نق} = \frac{2 \text{ ج ك}}{\text{س}^2} \quad (\text{نصف قطر سكوارزتشيلد})$$

(حيث ج هو ثابت الجذب العام، س هى سرعة الضوء)

ولم تلقَ هذه النقطة الحرجية اهتماماً فى ذلك الوقت حيث إنه لا توجد أى طريقة لتصوير ما بداخل النجوم. ولكن كانت هناك توقعات لما يمكن حدوثه إذا وجد كوكباً أو نجماً يحقق هذه المعادلة. عند هذه اللحظة ستكون قوى الجذب كبيرة جداً لدرجة أنها ستؤدى إلى انهيار هذا الجسم بدون توقف، ولن يكون هناك شىء قادراً على مقاومة هذا الجذب الذاتى الناتج عن الانحناء القوى فى الفضاء. وهذا يعنى أن كل المادة ستضغط فى نقطة انفرادية - أى نقطة واحدة منفردة عند المركز.

عند هذه النقطة سيكون حجم كوكب مثل الأرض مساوية لحجم حبة البازلاء أو حجم نجم من الشمس سيكون عبارة عن كرة قطرها ٣ كم فقط. وقد قوبلت هذه الحسابات بالسخرية ولم تلقَ أى اهتمام وخاصة من أينشتين.



## (٢) فريدمان : الكون المتمدد

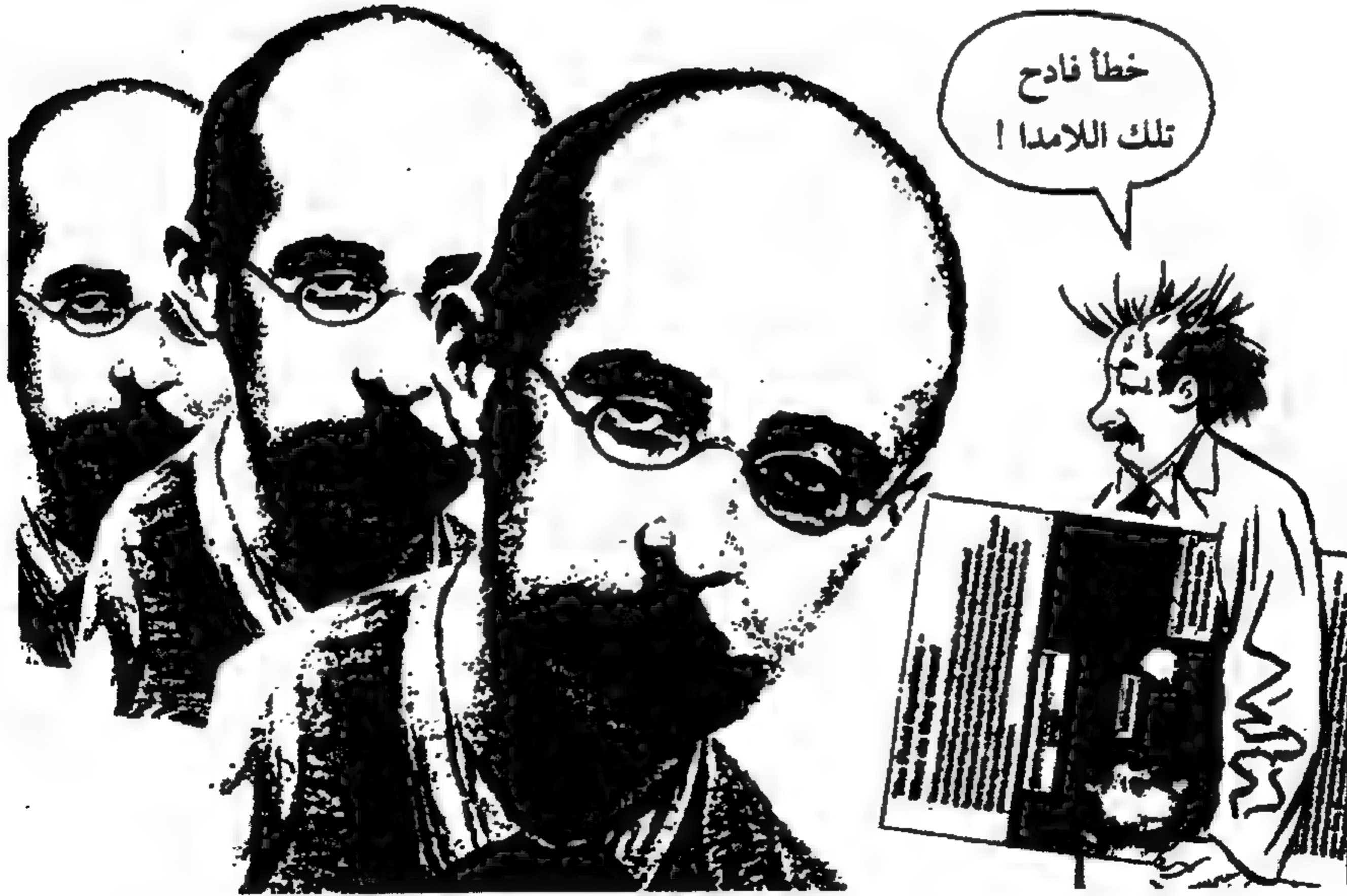
وبعد مرور العديد من السنوات بعد سكوارزتشيلد ظهر حل آخر مشير للجدل لمعادلات أينشتين. ففي عام ١٩٢٢ وضع الروسي ألكسندر فريدمان فرضاً تبسيطياً بأن الكون مملوء بانتظام بطبقة رقيقة من المادة. (وقد وضحت القياسات الحديثة صحة هذا الفرض بغض النظر عن تكون النجوم والمجرات).

وقد أوضحت حسابات فريدمان أن النسبية العامة تتنبأ بعدم اتزان الكون، أى أن أى مقدار صغير من التشويش يجعل الكون يتمدد أو ينكمش.

وقد قام بتصحيح خطأ فى بحث أينشتين لعام ١٩١٧ فى علم الكونيات ليصل إلى هذه النتيجة. (وبالطبع لم يعجب أينشتين بهذا التنبؤ).

وبالعودة إلى الحد الصناعى الذى وضعه أينشتين فى معادلاته وهو الثابت الكونى لامدا نجد أنه وضعه «ليوقف تمدد الكون». وقد أخبره علماء الفلك فى ذلك الوقت أن الكون مستقر لذلك فقد وضع هذا الثابت لجعل النظرية متلائمة مع الواقع. بعد ذلك وصف أينشتين هذا الثابت الكونى بأنه أكبر خطأ فى حياته.

وقد أسقط فريدمان هذا الثابت من المعادلات ليحصل على الكون المتمدد والذى لم يعجب أينشتين بالطبع. وكان هذا حلاً آخر لمعادلاته الذى قابله بسخرية.





ويمكن تلخيص تنبؤات فريدمان عن تمدد الكون إذا أخذنا في اعتبارنا ثلاث قيم مختلفة لكتلة الكون بدلالة نسبة  $\Omega$  (أوميغا).

- كثافة مادة الكون أكبر من قيمة حرجة :

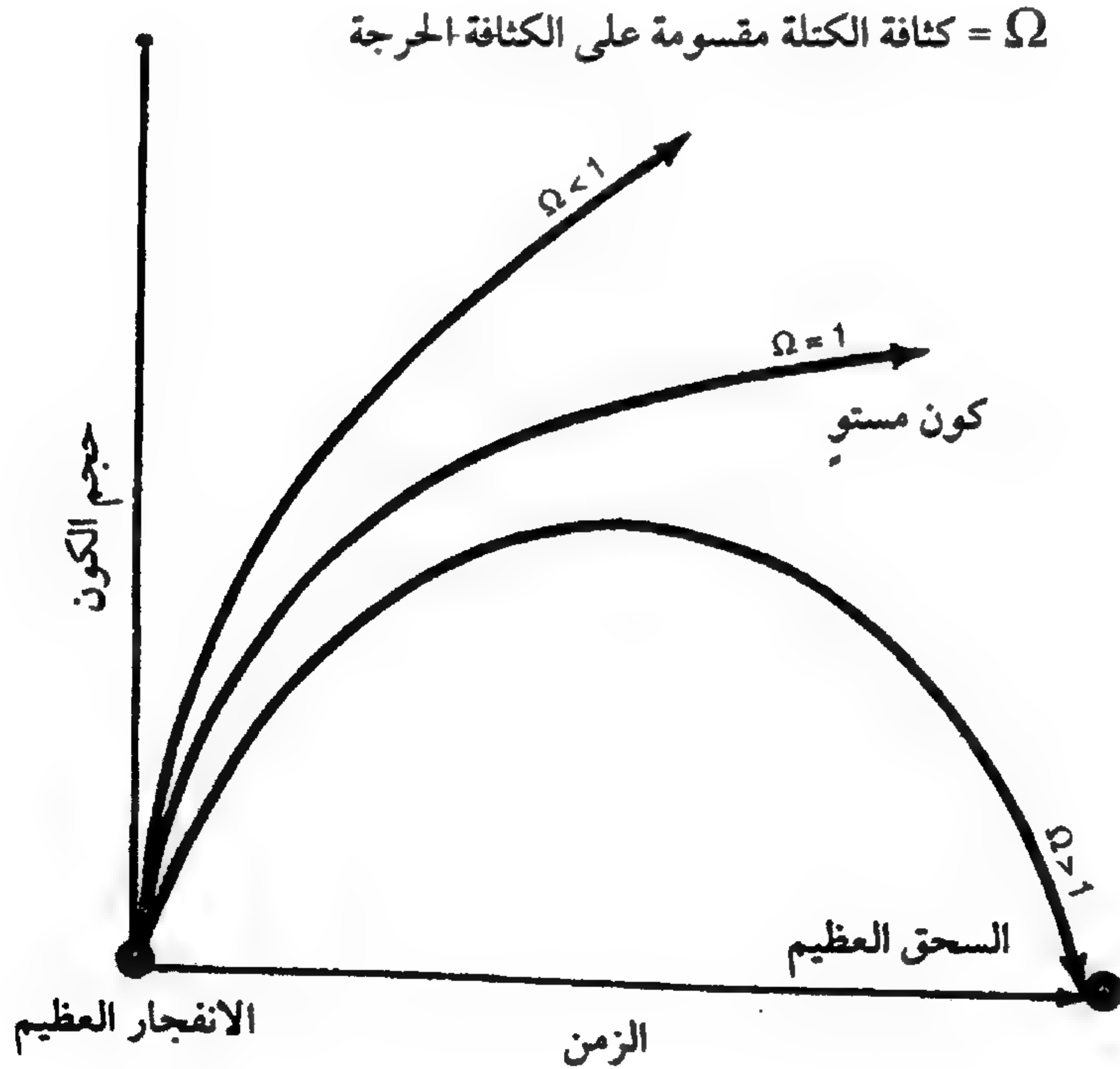
في هذه الحالة يكون معدل التمدد بطيئاً بدرجة كافية وكذلك تكون الكتلة كبيرة بدرجة كافية لإيقاف التمدد وعكسه. وعند ذلك سيحدث سحق عظيم للكون حيث ستجذب كل المادة في الكون إلى نقطة واحدة  $\Omega > 1$ .

- كثافة مادة الكون أقل من قيمة حرجة :

عند ذلك سيكون معدل التمدد أكبر بكثير ولن تستطيع الجاذبية إيقافه ولكنها تقوم بتقليل معدله إلى حد ما.  $\Omega < 1$ .

- كثافة مادة الكون مساوية لقيمة حرجة :

في هذه الحالة يتمدد الكون بمعدل سريع بدرجة كافية لعدم انهياره. حيث تتناقص السرعة التي تبتعد بها المجرات عن بعضها تدريجياً ولكن دون توقف هذا الابتعاد  $\Omega = 1$ .



## مؤسس الانفجار العظيم : هدف "لامتر" الأساسي

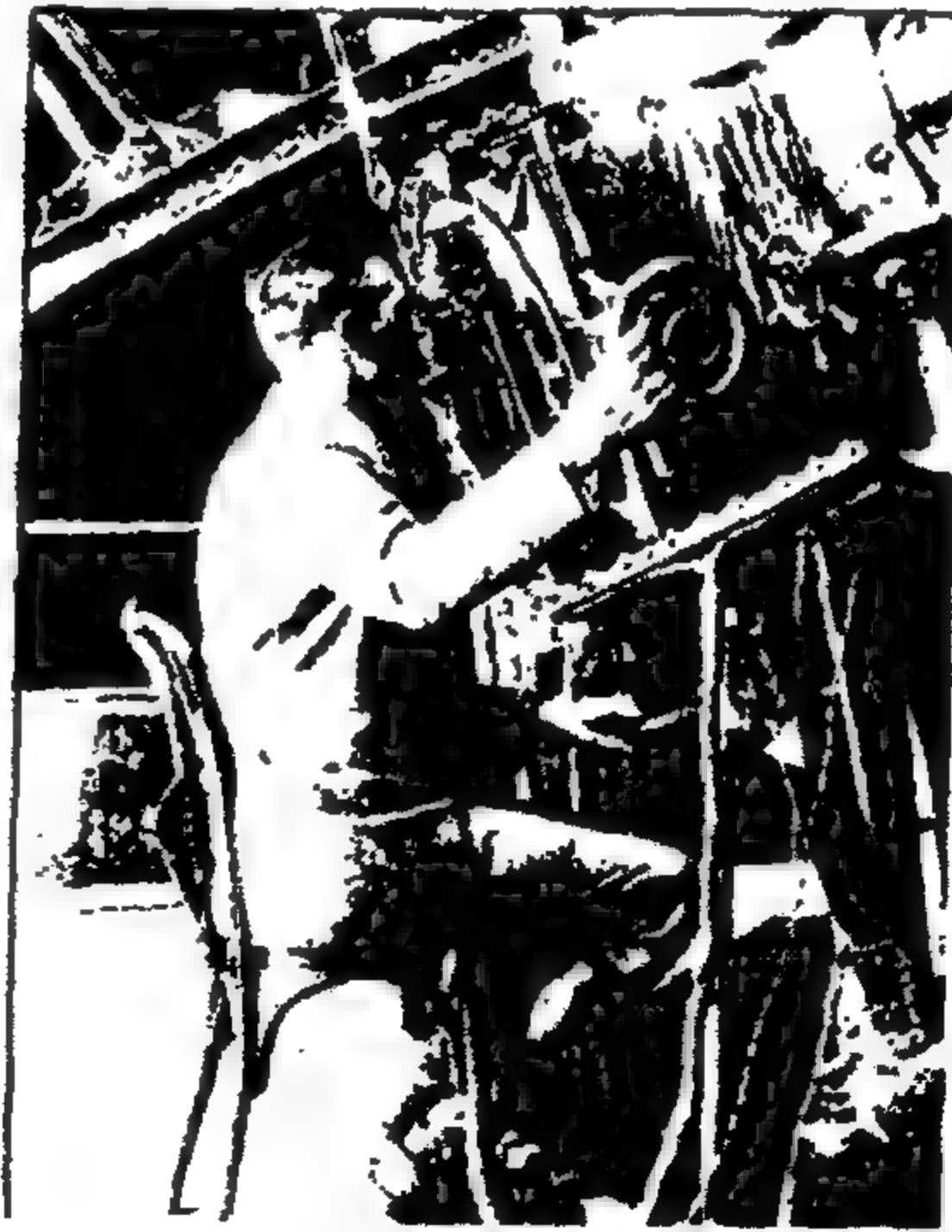
كان عالم الكونيات البلجيكي أبي جورج لامتر (١٨٩٤ - ١٩٦٦) هو أول من استخدم الحلول التي وجدها فريدمان لوضع صيغة لنموذج بداية الكون والذي أسماه الذرة الأساسية أو البيضة الكونية.



وقد كان لامتير خيالياً حيث إنه سبق غيره فى نقطتين ، الأولى هى أنه وضع كيفية التأكد من تمدد الكون عن طريق ملاحظة انحرافات الخطوط الحمراء فى طيف المجرات. أما الثانية فهى اقتراحه بأنه من الممكن اكتشاف الإشعاع المتبقى من الذرة الأساسية. وقد أدت هاتان الفكرتان إلى شيوع فكرة الانفجار العظيم فى آخر عقدين من القرن العشرين.

وبحلول عام ١٩٢٩ قام عالم الفلك إدوين هابل (١٨٨٩ - ١٩٥٣) باستخدام تلسكوب هوكر فى مرصد قمة ويلسون

فى كاليفورنيا لاكتشاف المجرات، وتأكيد حقيقة أن الكون يتمدد. ولم يكن يعرف شيئاً عن نسبية أينشتاين أو علم الكونيات الذى وضعه لامتر.



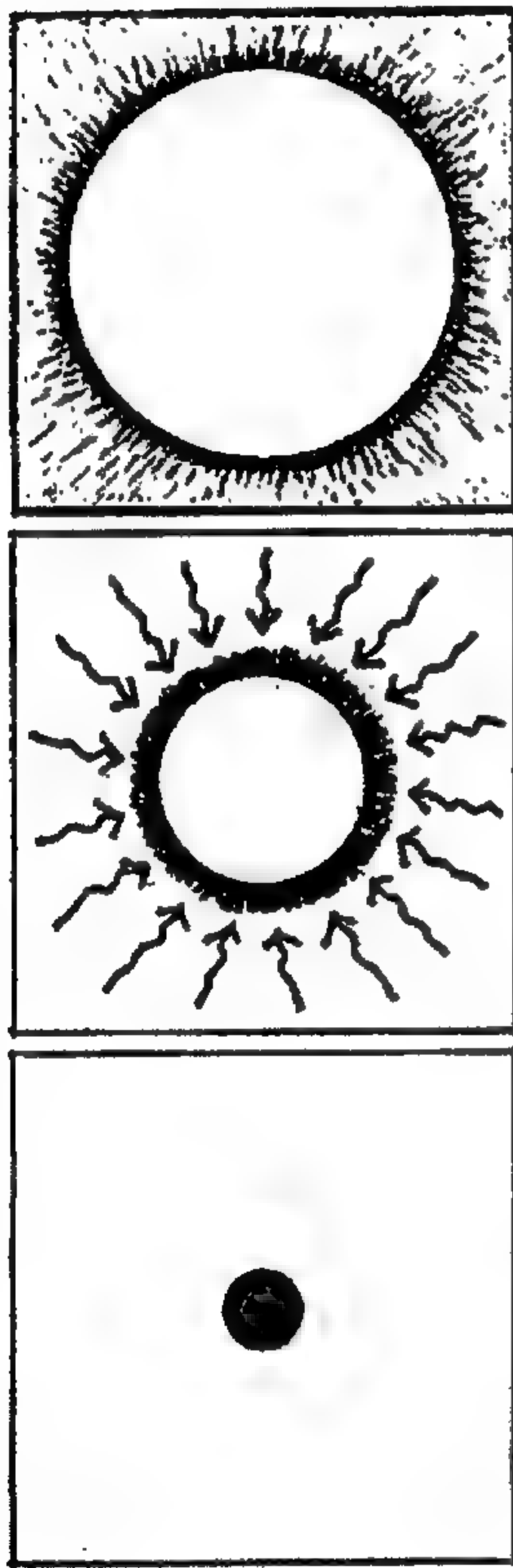


وفي النهاية قام لامتر باحتجاز أينشتاين وهابل لإلقاء محاضرة عن النموذج الذي وضعه للكون.



### ( ٣ ) أوبنهايمر : فى الانهيار المستمر للجاذبية

تم نشر الحل الثالث لمعادلات أينشتين (وهو هام بالنسبة لعلوم الكون الحديثة وستيفن هوكنج على وجه الخصوص) بواسطة عالم الفيزياء الأمريكى روبرت أوبنهايمر (١٩٠٤-١٩٦٧) وأحد تلاميذه هارتلاند سنايدر فى عام ١٩٣٩ . وقد قاموا بدراسة هندسة سكوارزتشيلد بغض النظر عن نقد أينشتين وإدنجتون والعلماء الآخرين. وكان البحث المنشور فى مجلة Physical Review معنوناً «فى الانهيار المستمر للجاذبية».



نموذج أوبنهايمر / سنايدر

النجم الثقيل يستهلك  
الوقود النووى ...

... يتقلص النجم  
إلى نصف قطر  
حرج

بعد ذلك يستقطع  
نفسه عن بقية  
الكون.



ربما تحترق النجوم وتبدأ فى الانهيار بفعل الانكماش الناتج عن الجاذبية. وفى نموذج النجم الكروى المنكمش من الممكن أن تحدث ظاهره الانضغاط التى يمكنها أن تجلب النجم إلى نصف القطر الحرج. وفى هذه الحالة من الممكن أن يحدث انهيار مفاجئ للنجم المنكمش.

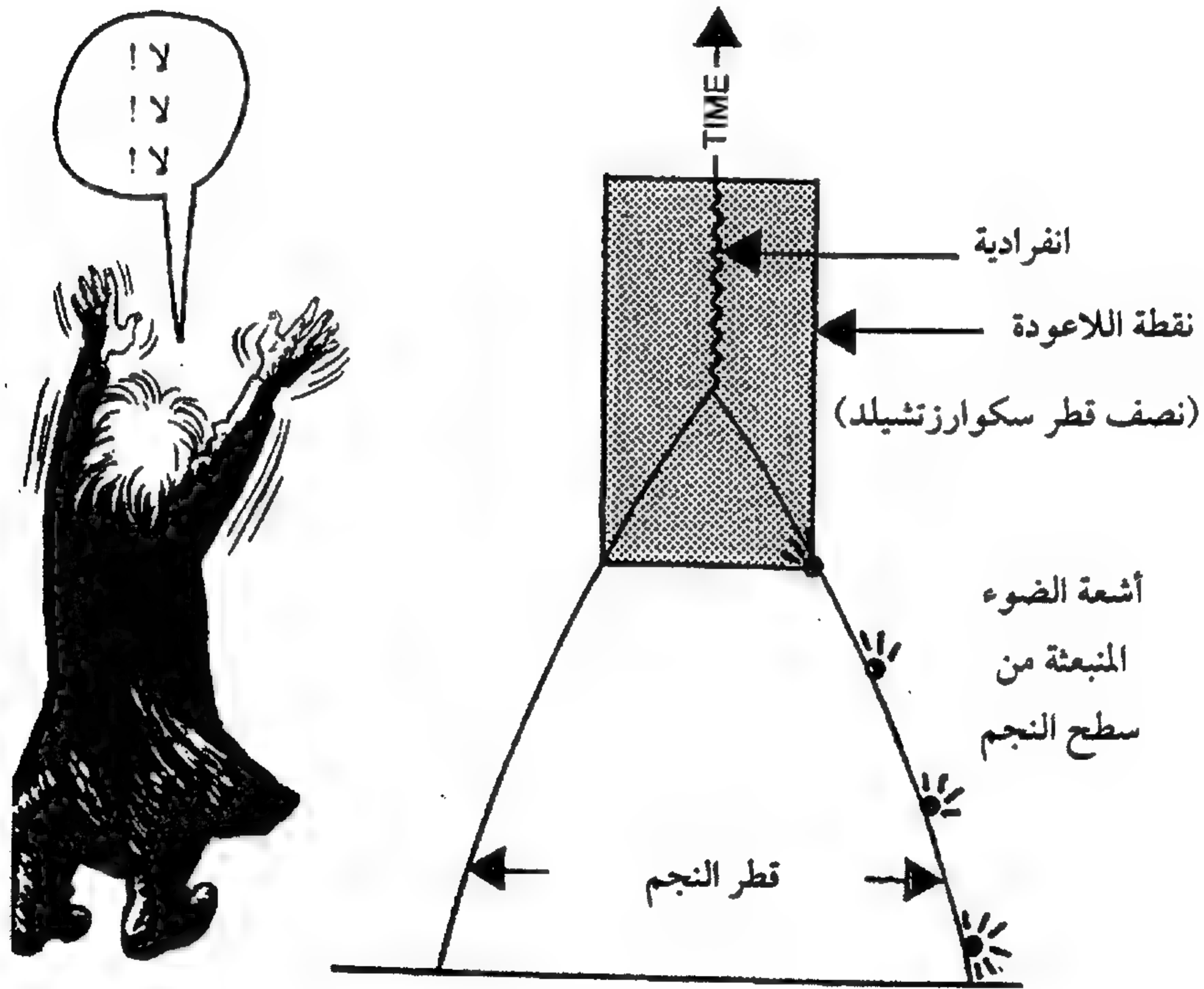


- من الممكن أن يكون انحناء الفضاء قوياً جداً لدرجة أن الضوء المنبعث من النجم ينثنى إلى داخل النجم حاجباً بذلك كل الأحداث عن المشاهد الخارجى.

- أشعة الضوء عند سطح النجم من الممكن أن تتم إزاحتها بطريقة لا نهائية باتجاه اللون الأحمر، وهذا يعنى أن الضوء لا يحمل أى طاقة.

- من الممكن أن تحدث ظاهرة «الحدوث فى اتجاه واحد» أى أن الأجسام والإشعاع ... إلخ من الممكن أن تدخل النجم ولكنها لا تستطيع الخروج منه.

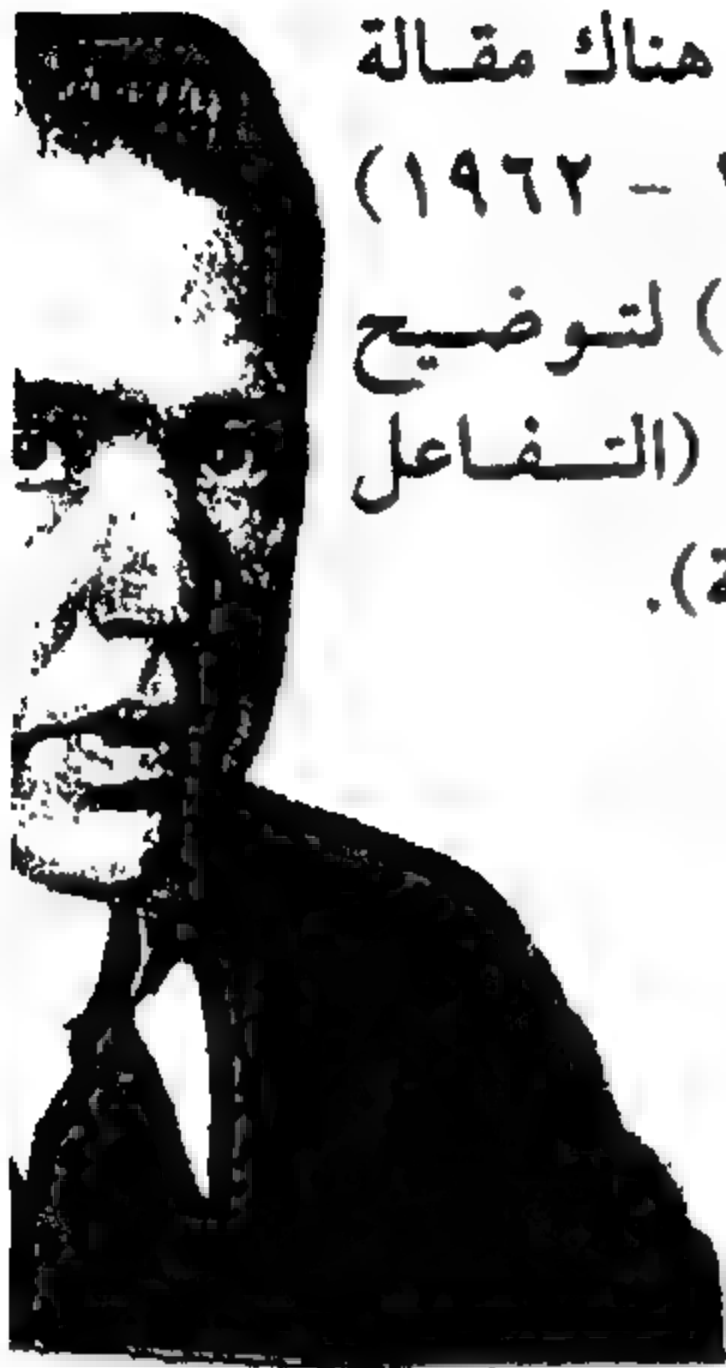
- ومن الممكن أن تتكون نقطة انفرادية فى النهاية عند مركز النجم. وفى هذه الحالة تكون كل ظواهر الفيزياء متحققة بالنسبة لمشاهد يسقط فى اتجاه سطح النجم.



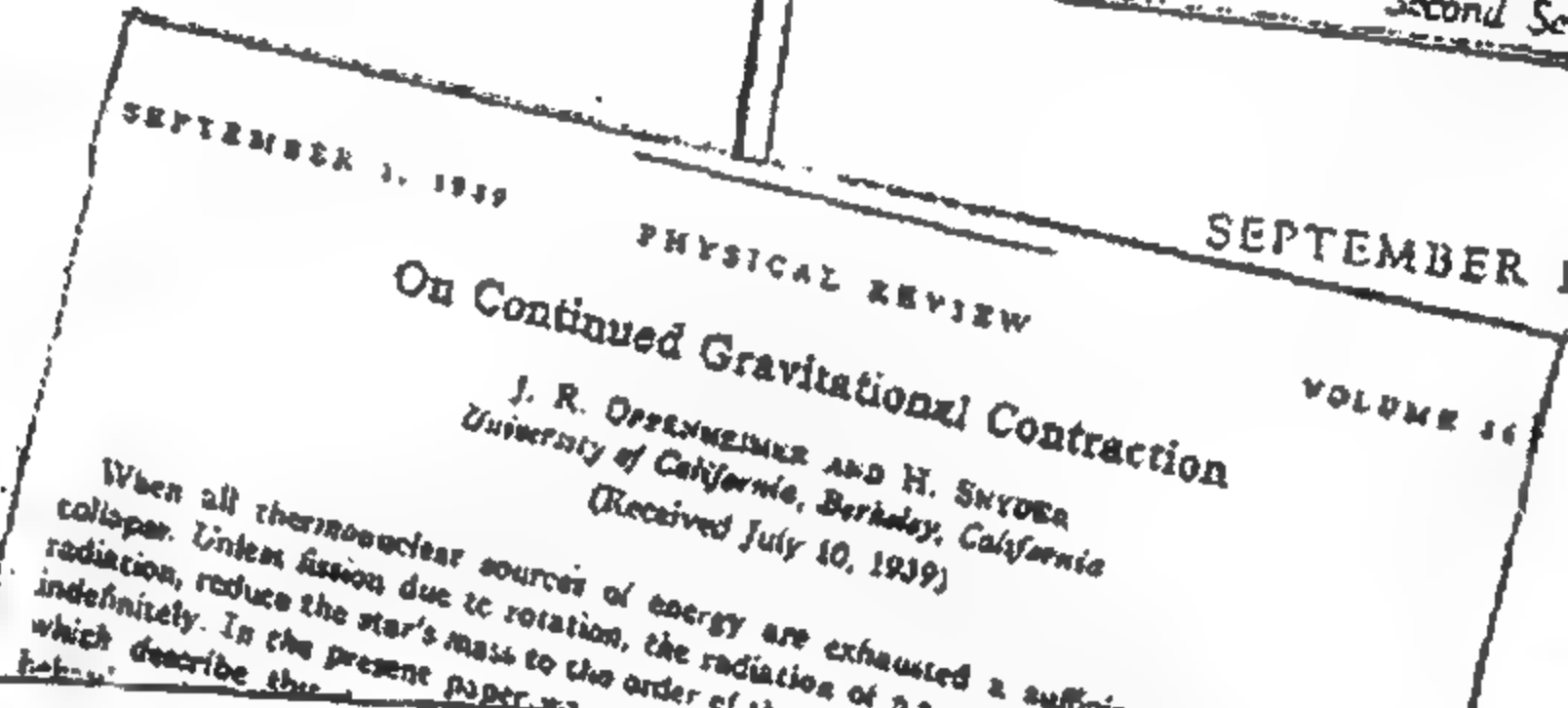
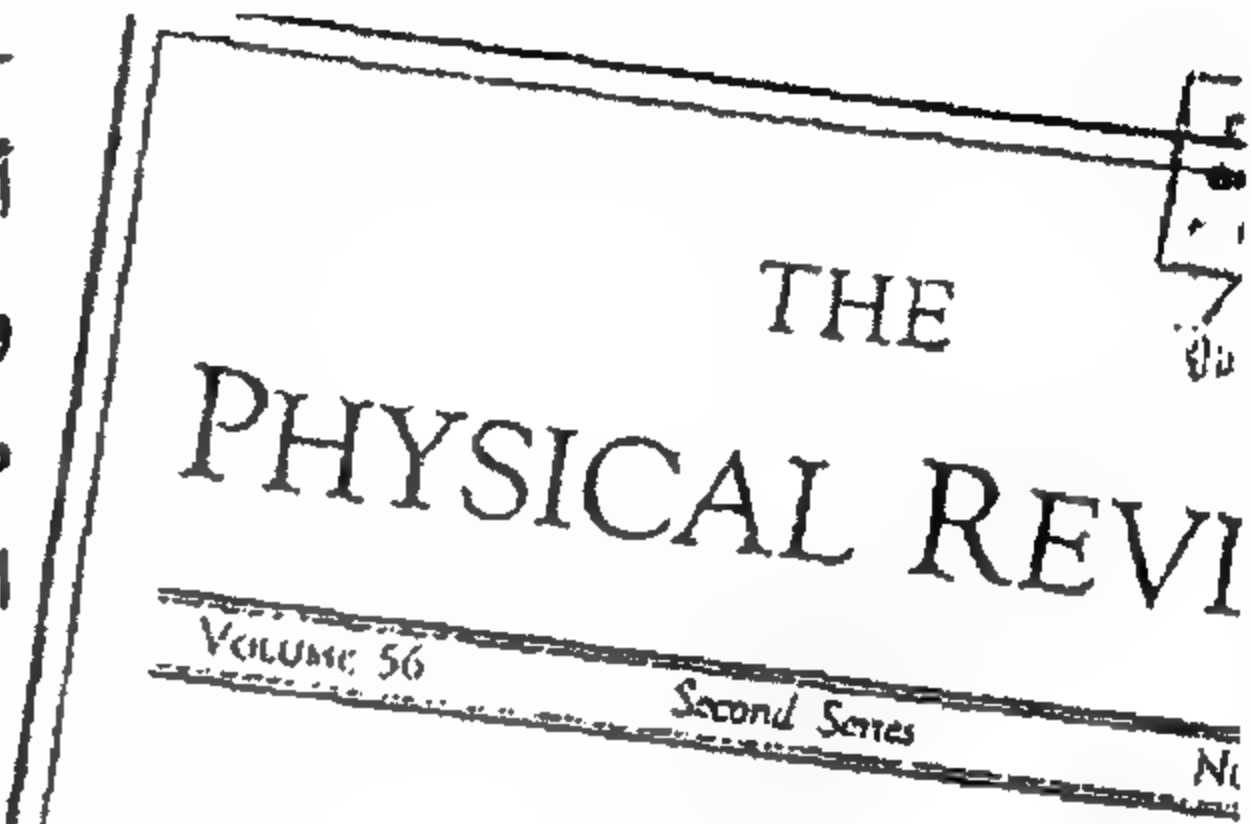
ومرة أخرى رفض أينشتين الفكرة، وقد سخر من نتائج أوبنهايمر بشدة. وقد رفض حتى فكرة أن النسبية يمكن أن تقوم بوصف النجوم المنهارة والتي لم تصل إلى النقطة الحرجة (وهى تسمى بنجوم النيوترون) وذلك بغض النظر عن التنبؤات التى وجدها فريتز زويكى (١٨٩٨-١٩٧٤) فى «كالتش» ولين لاندوا (١٩٠٨-١٩٦٨) فى موسكو.

١ سبتمبر ١٩٣٩

- تاريخ نشر عدد مجلة Physical Review الذي يحتوى على مقالة لأوبنهايمر (وسنايدر) لوصف انهيار النجم الجذبي.



- فى نفس العدد كانت هناك مقالة أخرى لنيلس بور (١٨٨٥ - ١٩٦٢) وجون ويلر (ولد ١٩١١) لتوضيح طريقة الانشطار النووي (التفاعل المستخدم فى القنبلة النووية).



SEPTEMBER 1, 1939  
PHYSICAL REVIEW  
VOLUME 56  
The Mechanism of Nuclear Fission  
NIELS BOHR  
City of Copenhagen, Copenhagen, Denmark, and The Institute for Advanced Study, Princeton, New Jersey  
AND  
JOHN ARCHIBALD WHEELER  
Princeton University, Princeton, New Jersey  
(Received June 28, 1939)

On the basis of the liquid drop model of atomic nuclei, an account is given of the mechanism of nuclear fission. In particular, conclusions are drawn regarding the variation from nucleus to nucleus of the critical energy required for fission, and regarding the dependence of fission cross section for a given nucleus on energy of the exciting agency. A detailed discussion of the observations is presented on the basis of the theoretical considerations. Theory and experiment fit together in a reasonable way to give a satisfactory picture of nuclear fission.

SEPTEMBER 1, 1939  
PHYSICAL REVIEW  
VOLUME 56  
On Continued Gravitational Contraction  
J. R. OPPENHEIMER AND H. SNYDER  
University of California, Berkeley, California  
(Received July 10, 1939)

فى نفس الوقت قامت قوات هتلر بغزو بولندا بادئةً بذلك الحرب العالمية الثانية.





كان اكتشاف الانشطار النووي بواسطة  
الألمانيين أوتوهان (١٨٧٩-١٩٦٨) وفريتز  
ستراسمان (المولود ١٩٠٢) يمثل نذيراً  
للفيزيائيين والسياسيين بأن الألمان على  
وشك إنتاج قنبلة ذرية ليستخدموها في  
عملية تحويل العالم إلى امبراطورية نازية  
عن طريق الحكم الألماني باستخدام تهديد  
التدمير النووي.

وهكذا من السهل أن نتوقع سبب توقف  
علم الكونيات. والتأمل في ألغاز الكون  
الفيزيائية في مثل هذه الظروف  
الصعبة للأزمات السياسية كان بمثابة  
ترف لم يقدمه العالم الحر.



هذا بالإضافة إلى أن مؤسس النسبية العامة رفض كل التنبؤات الجذرية لعلم الكونيات  
المبنية على معادلاته والتي قدمها سكوارزشيلد وفريدمان وأوبنهايمر . وقد انقضت بعد  
ذلك عشرون عاماً حتى إعادة استئناف هذا العمل وتم إدراك منافع هذه الحلول.

### ١٩٤٢ ... نقطة تحول فى هذه القصة

فى عام ١٩٤٢ بدأ علماء الفيزياء التركيز على مشروعات عملية إلى حد بعيد. وقد رحل أوبنهايمر عن المناخ العلمى فى بيركلى إلى المناطق الفاصلة فى لوس ألاموس ومشروع مانهاتن. وقد توصل الإيطالى إنريكو فيرمى هو وفريقه البحثى إلى أول تفاعل نووى متسلسل تحت التحكم فى ديسمبر عام ١٩٤٢. وفى بداية نفس العام فى ٨ يناير ولد ستيفن وليام هوكنج فى أوكسفورد. وكانت والدته قد ارتحلت لتوها من لندن لتجنب الغارات الليلية الألمانية.



وقد تم التوقف عن البحث فى النجوم المنهارة لمدة عشرين عاماً، وكانت تلك الفترة كافية ليكبر فيها هوكنج إلى سن النضج ويكمل دراسته فى أوكسفورد ويقوم بالتسجيل فى الدراسات العليا فى جامعة كيمبردج.



## وفاة أينشتاين

توفي البرت أينشتاين في ١٨ أبريل ١٩٥٥ في برينستون (مدينة صغيرة في ولاية نيوجيرسي في الولايات المتحدة الأمريكية). وقد أوصى أن يحرق جسده لكي لا يؤلفه أحد، وبغض النظر عن وصيته قام بعض الأطباء عديمي الأخلاق بإجراء تشريح غير ضروري لحته واستأصلوا عينيه ومخه في جريمة غادرة للتعدى على حرمة جسده. وقد ترك أينشتاين أوروبا وارتحل إلى أمريكا مخلفاً وراءه كل أعماله الإبداعية. وفي خلال آخر ٢٢ عاماً من حياته لم يقم بالبحث في أي من الأسئلة الكونية التي نتجت عن نسبيته العامة. وقد عكشت لعدة سنوات على محاولة توحيد معادلات المجال التي وضعها مع معادلات ماكسويل تجاهلاً ميكانيكا الكم. وقد وجدت حسابات نظرية المجال الموحد بجانب سريريه.



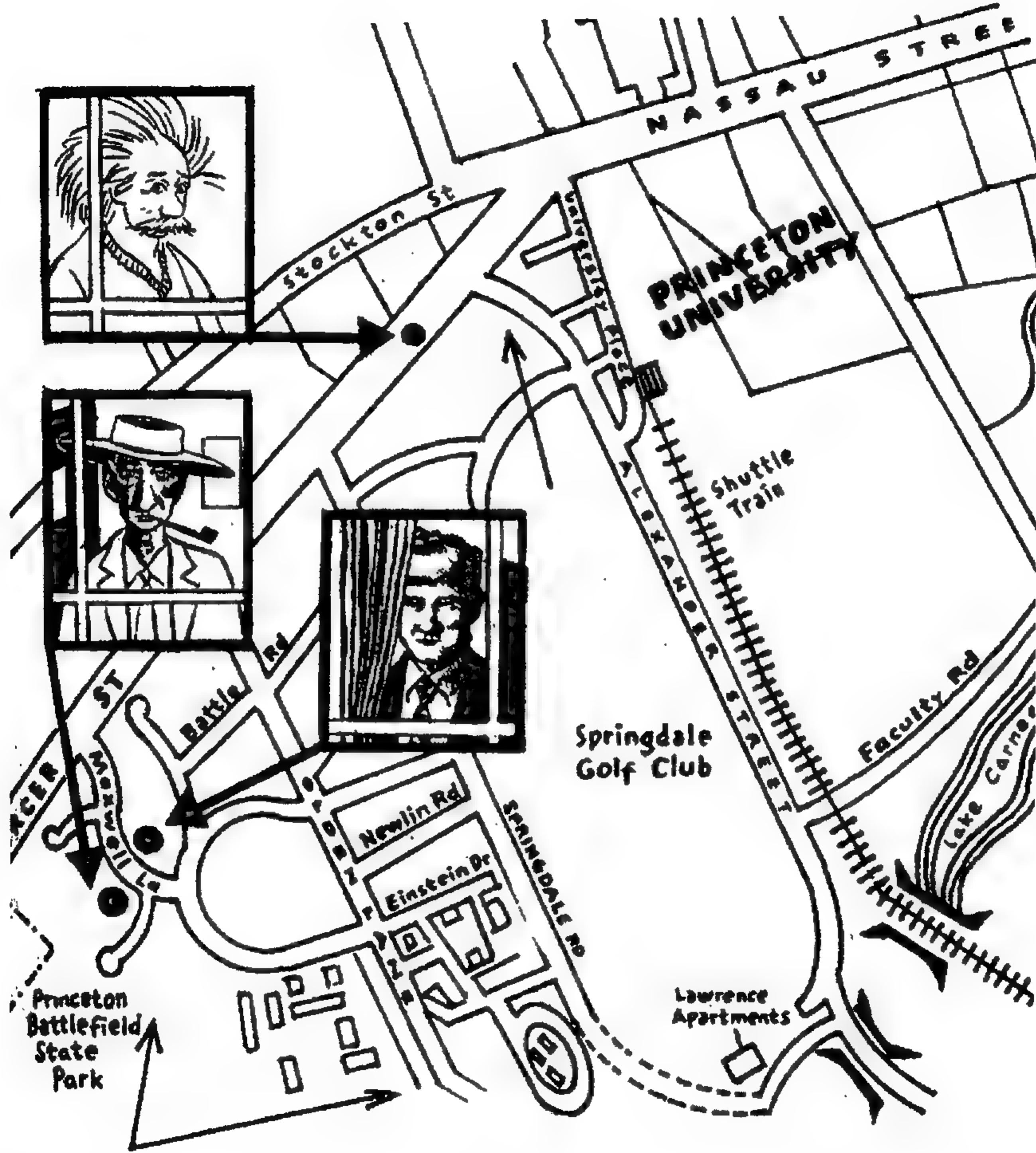


وقد أصاب موت هذا العالم الجليل بالذهول عالمي فيزياء آخرين كانوا يعيشان في برينستون  
 الأول : هو أوينهيمر الذي كان يشغل منصب مدير معهد الدراسات المتقدمة (حيث كان  
 أينشتين يشغل منصباً شرفياً).  
 والثاني : هو جون ويلر أستاذ الفيزياء في جامعة برينستون. وكان ويلر قد أنهى لتوه سنوات  
 حرجة في دراسة القنبلة الهيدروجينية ثم عاد إلى البحث الأساسي في علم الكونيات باهتمام  
 شديد في النجوم المنهارة.





وكيف يمكن أن يصدق أحد أن هذين الاثنين يعيشان على جانبي نفس الشارع في هذا الحي الأكاديمي الصغير، وقد كان لهم وجهات نظر مختلفة عن الكون، وكذلك عن الحياة السياسية الأمريكية والتي وضعتهما في قضيتين مختلفتين ومتناقضتين مثل الأمن القومي والأسلحة النووية. وفي الحال تحدى كل منهما الآخر مرة ثانية في أسئلة النسبية العامة والنجوم المنهارة نتيجة الجاذبية.

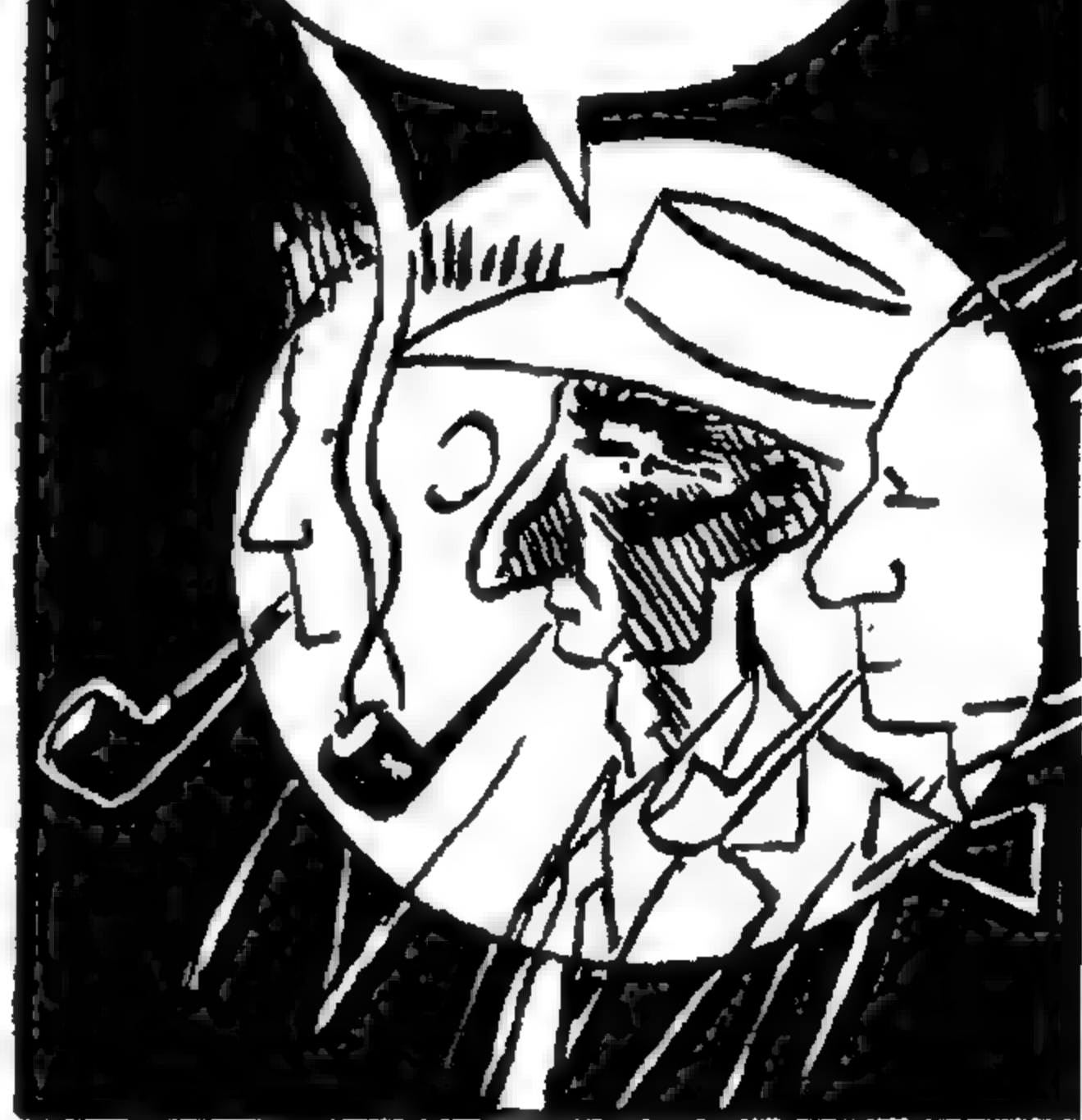


وفي عام ١٩٥٨ بعد ثلاثة أعوام من وفاة أينشتاين ارتحل كل منهما من برينستون لحضور مؤتمر دولي في برسيلى فى علم الكونيات الحديث. وقد دعى ويلر ليلقى محاضرة لمراجعة الحالة الحالية للبحث.

من ضمن كل متضمنات النسبية العامة يعتبر السؤال عن نهاية النجوم العظيمة الأكثر تحدياً. ولكن الانفجارات الداخلية التي قام بحسابها أوبنهايمر لم تعط إجابة مقبولة.



لم لا ؟ إذا كانت النجوم الأثقل بكثير من الشمس واردة الحدوث خلال التطور الشمسي، فأنا أعتقد أن انهيارها يمكن وضعه في إطار النسبية.



ألم يكن افتراض أن مثل هذه الكتل تقوم بانكماش جذبي متواصل حتى تستقطع نفسها من باقي الكون افتراضاً بسيطاً ؟







بعد مرور سنوات قلائل قام إدوارد تيلر بإجراء مكالمة تليفونية مع ويلر من معامل إشعاع ليفرمور في كاليفورنيا.



وبعد مرور خمسة أعوام قام ويلر بإلقاء محاضرة في مقابلة خاصة في دالاس والتي وضحت اكتشاف (أشباه النجوم). أوضحت محاكاة الحاسب أن انهيار النجوم المحترقة يشابه تماماً الصورة المثالية التي قام أوبنهايمر وسنايدر بحسابها. وكما يلاحظ بواسطة مشاهد خارجي أن الانهيار يتباطأ حتى يتوقف تماماً عند نصف قطر حرج. ولكن كما يلاحظ بواسطة مشاهد يتحرك على سطح النجم فإن الانهيار يستمر مروراً بنصف القطر الحرج إلى الداخل دون تردد.



وأثناء ذلك، في الممر المؤدى إلى  
قاعة المحاضرات ...



وكان أوبنهايمر متعباً من سنوات الخداع السياسى. يقوم بإدارة مشروع مانهاتن ويتعامل مع مأساة هيروشيما ونجازاكي والانتهاكات الموجهة لمدرسته بالغدر. ومثلما تفعل النجوم المحترقة كان أوبنهايمر ينهار داخل عالمه الخاص مستقطعاً نفسه عن بقية الكون. ولكن بالنسبة لويلر فقد بدأ فصلاً جديداً فى تاريخ الفيزياء. «أياً كان نتائج دراساتها، يشعر الواحد منا على الأقل أنه بالنسبة للانفجار الداخلى النجمى يوجد موقف تتواجد فيه النسبية العامة وحدها وهناك موقف آخر تتجمع فيه بقوة مع فيزياء الكم».

فى تقى هذا التوقت؁ عام ١٩٦٢؁ كان ستفن وىلىام هوكنج قد وصل إلى جامعة كىمبردج؁ وقد كان مقدرأ له أن يخطو أولى الخطوات فى حلم وىلر بدمج النسبية العامة وميكانيكا الكم. ولكنه فى هذه الأحيان كان قد بدأ يعانى من أعراض المرض الذى جعله جليس كرسي متحرك خلال عشرة أعوام وأفقده القدرة على الكلام نهائياً خلال عشرين عاماً.





## عصر هوكنج

يستطيع أى زائر لقسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية (DAMTP) أن يرى صورة أستاذ الرياضيات Lucasian Prof. of Math. ستيفن هوكنج معروضة باستمرار فى الاستقبال الرئيسى للقسم إلى جانب صورتين شخصيتين لاثنتين من رواد الفيزياء الرياضية واللذين قد توليا نفس المنصب من قبل وهما السيد إسحق نيوتن وبول ديراك المشهور عالمياً بأعماله فى ميكانيكا الكم النسبية.



وقد انتقل هوكنج من أوكسفورد إلى كيمبردج ليدرس تحت إشراف عالم الكونيات المشهور عالمياً السيد فريد هويل، ولكن الأمور كانت محبطة بالنسبة له.



لقد تم قبول طلبى للبحث فى جامعة كيمبردج ولكن حدث سىء أزعجنى وهو أن مشرفى لم يكن هويل ولكنه رجل آخر يدعى ديبس سكياما الذى لم أسمع عنه من قبل. وقد كان سكياما يؤمن بنظرية الحالة المستقرة مثل هويل التى تقول إنه ليس هناك بداية ولا نهاية للكون

وفى النهاية أصبح هذا هو الأفضل. فقد كان هويل يسافر لفترات طويلة، ولم أكن سأستطيع رؤيته كثيراً

وبالمقابل كان سكياما متواجداً لفترات طويلة، وكان دائماً يحثى حتى ولو أننى كنت أعارضه عادة





الفصل الأول يوضح أن تمدد الكون يسبب مشاكل جسيمة لنظرية الجذب التي وضعها هويل وفارليكار

وفريد هويل هو أشهر الثلاثة الذين وضعوا نظرية الحالة المستقرة للكون بالإضافة إلى هيرمان بوندي وتوماس جولد اللاجئين من أوروبا النازية.



وفي بداية السبعينات من القرن العشرين كان هذا النموذج مقبولا بين علماء الفيزياء والفلك والكونيات أكثر من نموذج الانفجار العظيم. وقد كان هويل متضائقا من هذا النموذج المعارض. وقد ذكر في أحد العروض الإذاعية لراديو BBC في عام ١٩٥٠ أنه أول من أطلق عليه اسم الانفجار العظيم، وبالطبع كان ذلك بسخرية.





واستمر هويل بعد سخريته هذه فترة اثنتى عشر عاماً فى تطوير نظرية للجاذبية فى قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية بالاشتراك مع أحد طلاب الدراسات العليا اسمه جاينت نارليكار لتدعم نموذج الحالة المستقرة. أما هوكنج الذى كان متعثر الخطوات فى بحثه فقد أعجب بالحسابات التى كان يجريها نارليكار وبدأ فى التقرب إليه وإجراء بعض المناقشات معه للمشاركة فى الأفكار، وبالطبع لم يكن هويل يعلم شيئاً عن ذلك.



وقد أصبح هوكنج ملماً بالصعوبات التى واجهت نارليكار فى المشروع الذى خصصه هويل.

وكثيراً ما كان هويل الذي تميز بالخبرة في الدعاية لأعماله - يقدم أفكاره قبل نشرها وتحكيمها وذلك لكي يجعل اسمه متصداً الجرائد، وبالتالي يتمكن من الحصول على المنح البحثية. وقد قام بتنظيم محاضرة للجمعية الملكية لمناقشة أفكاره الأخيرة المبنية على حسابات نارليكار.







ولقد ضجت القاعة بالضحك الممزوج بالسخرية مما أغضب هويل. وكانت هذه مواجهة مأساوية بين واحد من أشهر علماء الكونيات في العالم وتلميذه الذي رفضه. وقد انقضت هذه الجلسة سريعاً.

وقد كان هوكنج محقاً بالفعل فيما  
ذكره عن تباعد معادلات هويل وقد شاع  
هذا التصور الجديد . وبهذه الصورة فإن  
أعمال هويل تمّ تحكيّمها بواسطة طالب  
دراسات عليا غير معروف على الملأ .  
وقد كتب هوكنج بحثاً بعد ذلك  
يلخص فيه الطرق الرياضية التي استخدمها  
والتي جعلته باحثاً شاباً واعدّاً .

والآن كل ما سأفعله  
هو اختيار نقطة  
للبحث

هل كان ذلك تكبراً ... أم أنه  
طسوح فقط ؟ لقد كان الثاني .  
وبعدئذ تمّ يصبح سيئس ويبيّس  
هوكنج طالب دراسات عليا غير  
معروف



## مشرف الرسالة غير الأناني

وقد اتضح أن دينيس سكياما مشرف غير أناني ويولي تلاميذه اهتماماً كبيراً ويحثهم على البحث عن طرق لزيادة خبرتهم.



وقد رفض سكياما أن يسرع في برنامج الدكتوراه لهو كنج بالرغم من الضغوط المقنعة من والده.



وقد طور سكياما طرازاً فريداً في الإشراف على طلبته، فلم يكن يشاركهم أعمالهم مثلما يفعل الكثير من الأساتذة في العالم كله. فلم ينشر أبداً أبحاثاً مشتركة، وكذلك لم يكن يختار المواضيع لهؤلاء الطلبة.

إذا رغب أحد في دراسة الانفجار العظيم كمنشأ للكون مع الخلفية الإشعاعية الكونية فلن يتمكن من فهم علم الكونيات إلا بمساعدة النسبية العامة. لذلك كان من الطبيعي أن أقترح دراسة النسبية العامة عند تأسيس مدرسة بحثية في كيمبردج في السبعينات مع مجموعة من الطلاب الموهوبين.

وبالفعل كان كل هؤلاء الطلبة الذين إختارهم سكياما يتمتعون بموهبة مذهلة في علم الكونيات :

- جورج إليس هو أستاذ الفيزياء في جنوب أفريقيا (كتب إليس كتاباً هو و هوكنج وعنوانه التركيب الكبير للوقت والفضاء والذي يعتبر بمثابة الكتاب المقدس في علم الكونيات النسبي. وتم إهداؤه إلى د. سكياما)

- براموث كارتير يشغل الآن منصب مدير البحث في مرصد في باريس.

- مارتن ريس يشغل الآن منصب مدير معهد الفلك في كيمبردج.



- وبالطبع ستيفن هوكنج الأستاذ في جامعة كيمبردج.



وكان من أهم نشاطات سكياما هو تخطيط وتنظيم حضور طلبته المحاضرات الهامة وكان يبدو أنه يعرف ما يدور حوله. وفي منتصف السبعينات أصبح فريق سكياما مولعاً بأعمال عالم الرياضيات التطبيقية الشاب روجر بنروز الذي كان في كلية بريكمب في لندن.

وبعد دراسته في كامبريدج والبحث في الولايات المتحدة بدأ بنروز في تطوير أفكاره عن نظرية الانفرادية والتي كانت تتطابق مع أفكار فريق البحث في كامبريدج.



لم تنقُض سنوات قلائل على قبول جون ويلر حلول أوبنهايمر ووجود الثقوب السوداء حتى بدأ سكياما في مشاركة الحماس مع بعض زملائه وطلابه. وقد حصل بنروز (أحد أفضل علماء الرياضيات في العالم) على بعض الإلهام عن هذه الأجسام الغريبة من سكياما في مقهى كيمبردج.

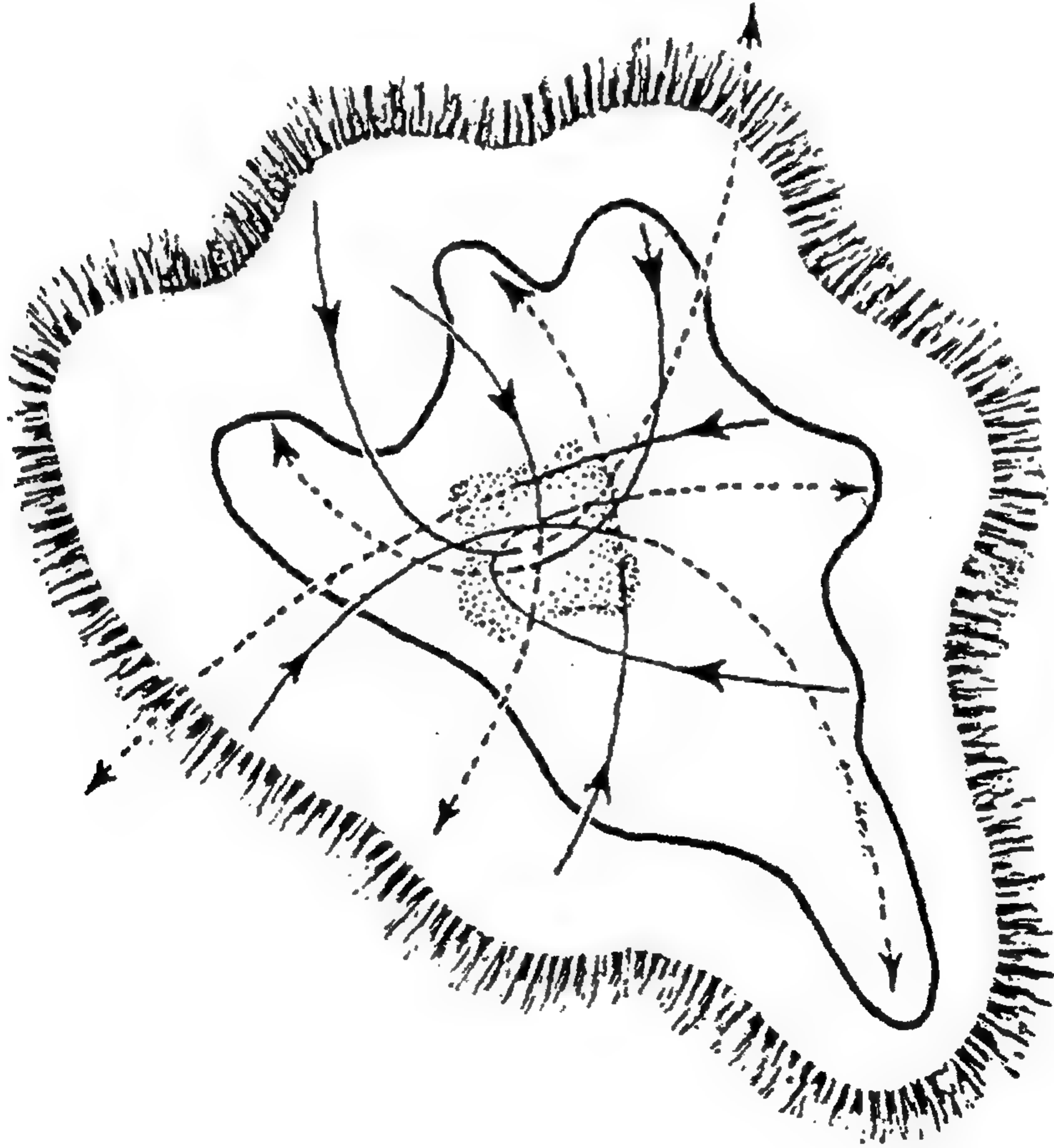


أنا متأكد  
يا دينيس أنني أستطيع  
تطبيق طرق الرياضيات  
الجديدة في الطبولوجي  
على مسائل النجوم  
... النهار



وقد كان بنروز قادراً على توضيح أنه إذا انهار نجم ما بعد نقطة ما فإنه لا يمكن أن يتمدد مرة أخرى. وفي إطار النسبية العامة ، فلا يستطيع هذا النجم أن يتجنب أن يصبح لا نهائي الكثافة أى أنه سيقوم بتكوين نقطة انفرادية عند مركزه. والأمر الذى كان يصر عليه الكثير بأن مادة هذا النجم سوف تتطاير خلف نفسها ثم تعود فى التمدد كان خاطئاً. وبدلاً من ذلك فسوف تتكون نقطة انفرادية فى الفضاء والزمن والتي تنكسر عندها كل قوانين الفيزياء. وكانت هذه هى أول نظرية للانفرادية.

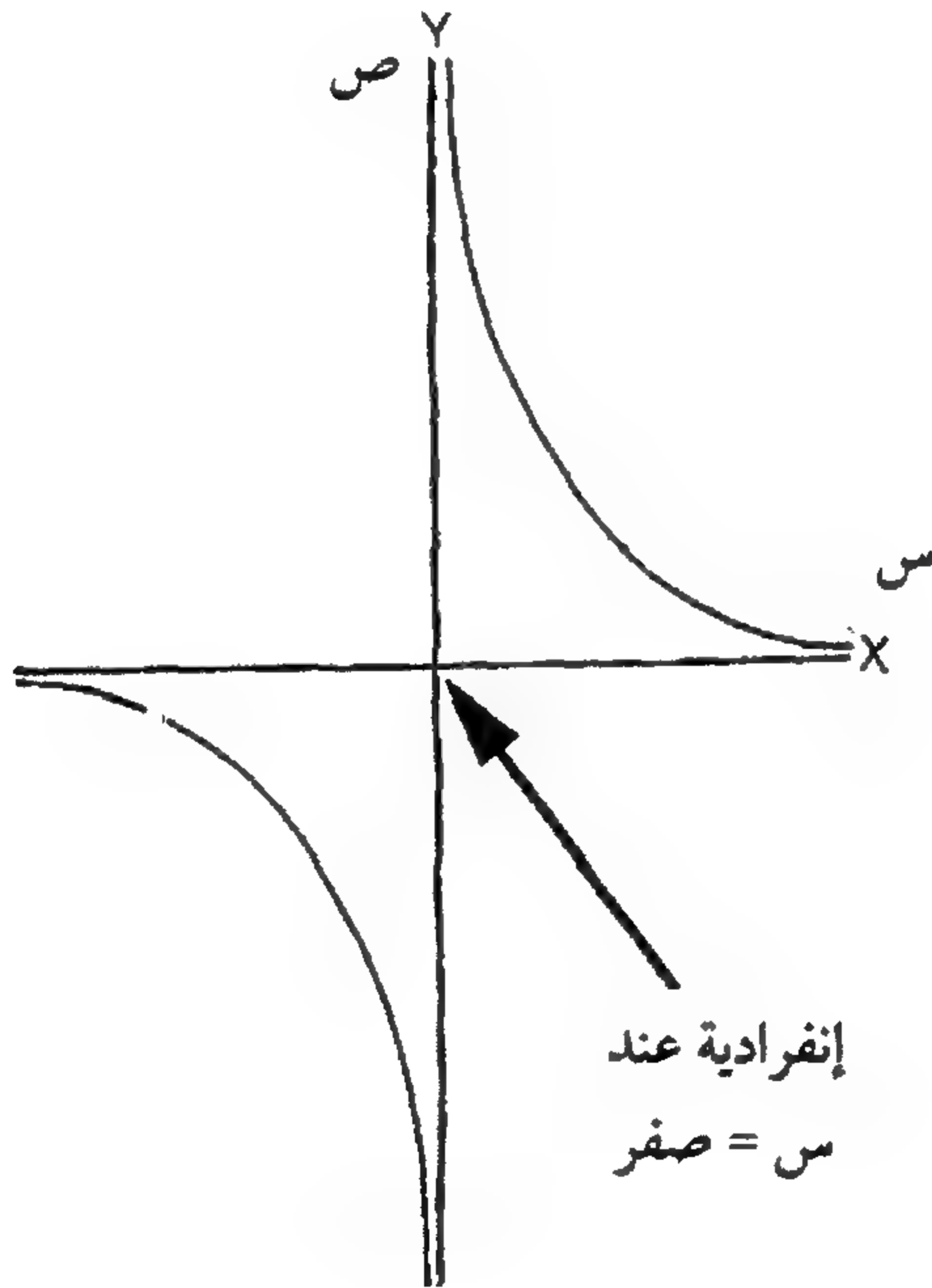
رأى بنروز بأن طيران المادة خلف نفسها داخل النجم  
المنهار لتعود فى التمدد مرة أخرى ليس صحيحاً.



## شيء نحتاج معرفته : ما هو التفرد ؟

التفرد بصفة عامة هي نقطة لا يمكن تعريف الدالة الرياضية عندها، حيث إن الدالة تتباعد إلى مقادير متناهية في الكبر.

فعلى سبيل المثال الدالة الجبرية البسيطة  $y = \frac{1}{x}$  لها نقطة انفرادية عند القيمة  $y = 0$  فإذا جعلنا قيمة  $y$  الموجبة صغيرة جداً نجد أن  $x$  تزداد بصورة كبيرة في الاتجاه الموجب. أما إذا كانت قيم  $y$  السالبة تتناهي في الصغر (مقتربة من الصفر) نجد أن  $x$  تأخذ قيمة كبيرة جداً سالبة. لذلك فإنه بالنسبة لأصغر تغير في قيم  $y$  (ليكن من  $+0,000001$  إلى  $-0,000001$ ) تتغير  $x$  بمقدار كبير جداً (من  $+1000000$  إلى  $-1000000$ ). وواضح جداً أنه عند  $y = 0$  صفر لا يمكن معرفة قيمة  $x$ . هذه هي الانفرادية الرياضية.

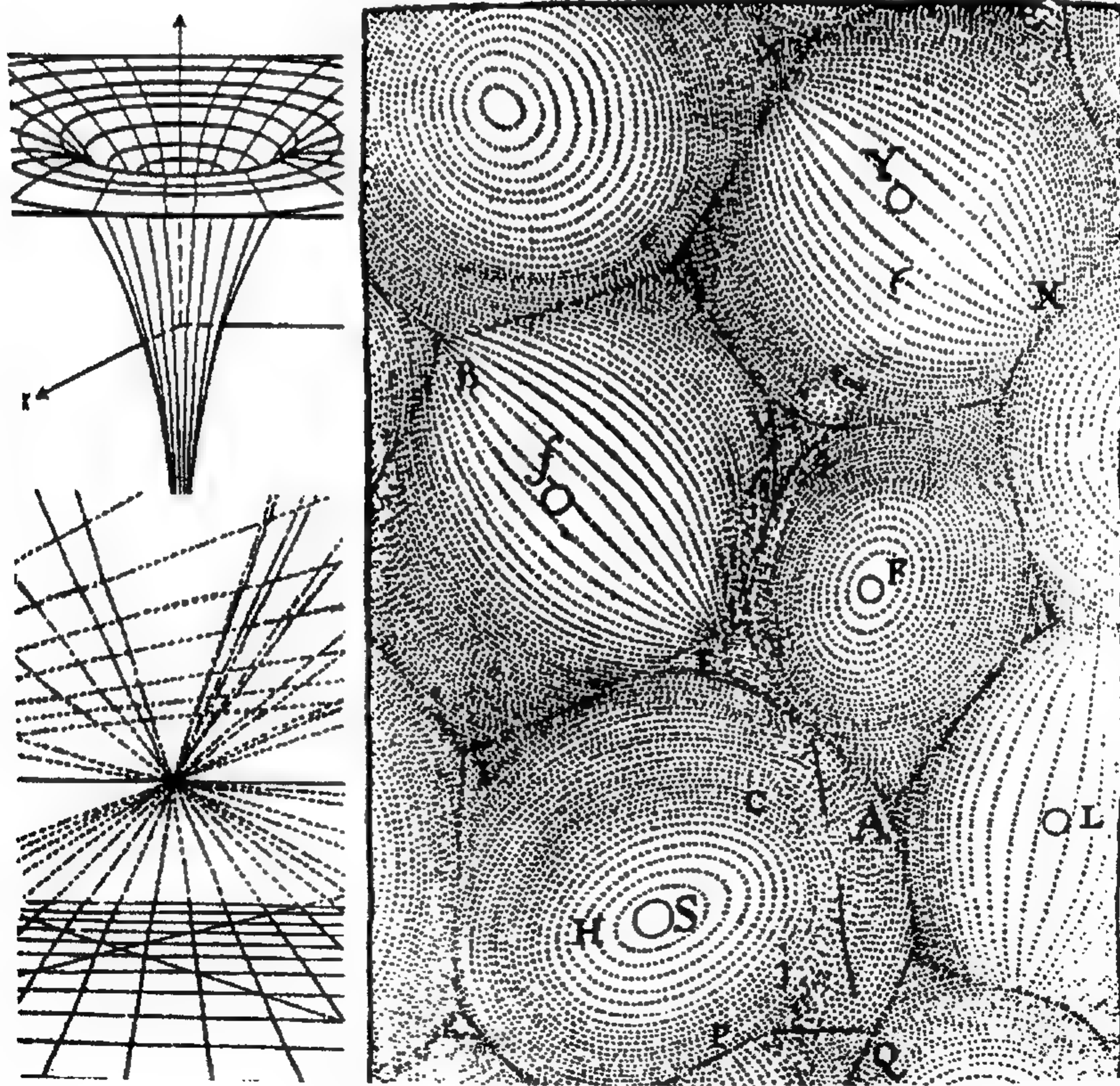


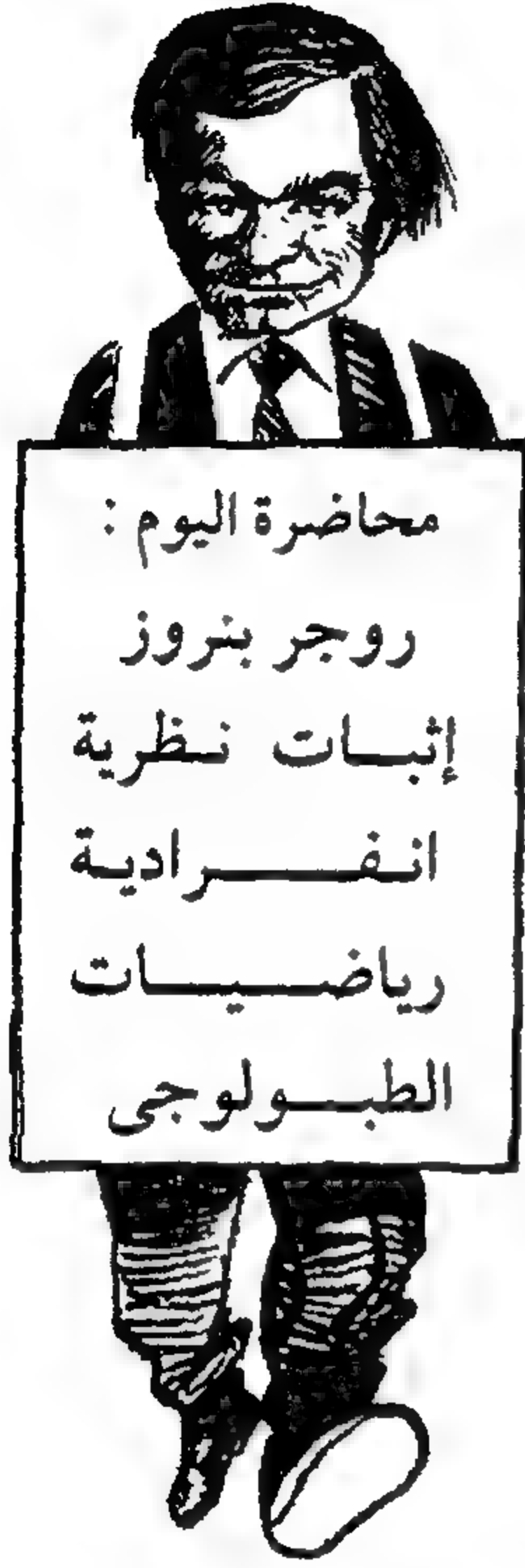
س	ص
١,٠	١,٠
٠,١	١٠,٠
٠,٠١	١٠٠,٠
-٠,٠١	-١٠٠,٠
-٠,٠١	-١٠
-١,٠	-١,٠

أما بالنسبة للنسبية العامة فإن التفرد تعني منطقة في الفضاء والوقت يصبح عندها الانحناء قوياً جداً لدرجة أن قوانين النسبية العامة تفشل ويفترض أن تحل محلها قوانين نسبية الكم.



وتعتبر محاولات وصف التفرد باستخدام النسبية العامة فقط غير صحيحة ، أى وصفها بأنها النقطة التى يكون عندها الانحناء والجاذبية المتعلقة بالمد والجذر لا نهائية. والنسبية الكمية من الممكن أن تقوم باستبدال هذه النهايات «بالرغوة الكمية» وتختلط مع قوانين النسبية العامة. ولكن هذا لا يعنى أنه لا يمكن دراسة نقاط الانفرادية وفهم قوانين الفيزياء. فهناك بعض نظريات الانفرادية التى ولدت معلومات نوعية هامة تحت بعض الشروط. فعلى سبيل المثال إذا تم التعامل مع الرياضيات بفرض من الممكن إثبات صحة الانفرادية بالإضافة إلى توضيح معان فيزيائية كثيرة. وكذلك كانت نظريات الانفرادية التى وضعها بنروز ومن بعده هوكنج. وفى حلول سكوارزتشيلد لمعادلات أينشتاين لا تعتبر نقطة نصف القطر الحرج نقطة انفرادية ( وذلك بغض النظر عن وصفها بأنها نقطة الانفراد لسكوارزتشيلد). حيث إن العمليات الفيزيائية متصلة عبر حدود هذه النقطة وأى تغير بسيط فى الأبعاد الرياضية يقوم بإزالة التباعد.

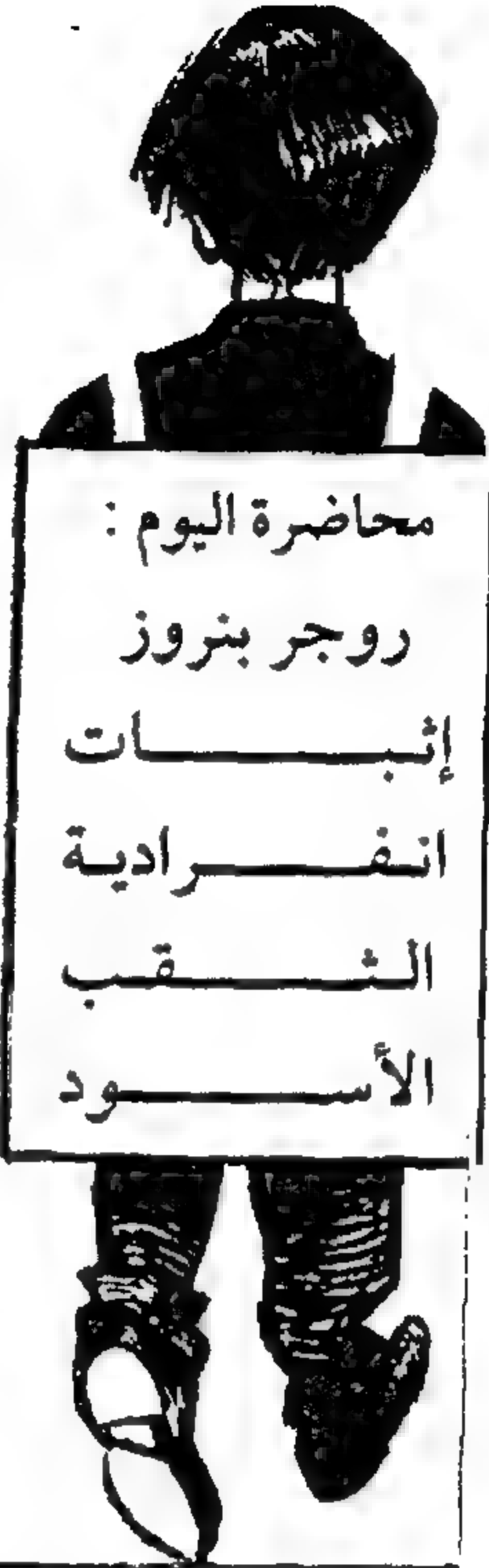




محاضرة اليوم :  
روجر بنروز  
إثبات نظرية  
انفردانية  
رياضيات  
الطوبولوجي

كانت هناك مجموعة من طلاب  
سكياما يحضرون محاضرة  
لبنروز عندما أعلن أنه أثبت أن  
هناك تفرداً بالفعل عندما ينهار  
النجم مكوناً ثقباً أسود.

ولم يكن هوكنج حاضراً تلك  
المحاضرة ولكن أخبارها وصلته  
في الحال وجعلته مكتئباً جداً.



محاضرة اليوم :  
روجر بنروز  
إثباتات  
انفردانية  
الثقب  
الأسود

نتائج بنروز شيقة جداً، وأنا أنساءل إذا كان  
من الممكن تكييفها لفهم أصل الكون :  
الكون المتمدد على هيئة انهيار نجم عملاق  
في عملية عكسية.

هل تعني أنه بعكس  
إشارة الوقت ...

نعم . ربما يمكن تطبيق نفس الاعتبارات  
التي أخذها في نظريته على النجوم. وسوف  
أحاول تكييف نتائج علي الكون بأكمله  
وأرى ماذا يحدث.

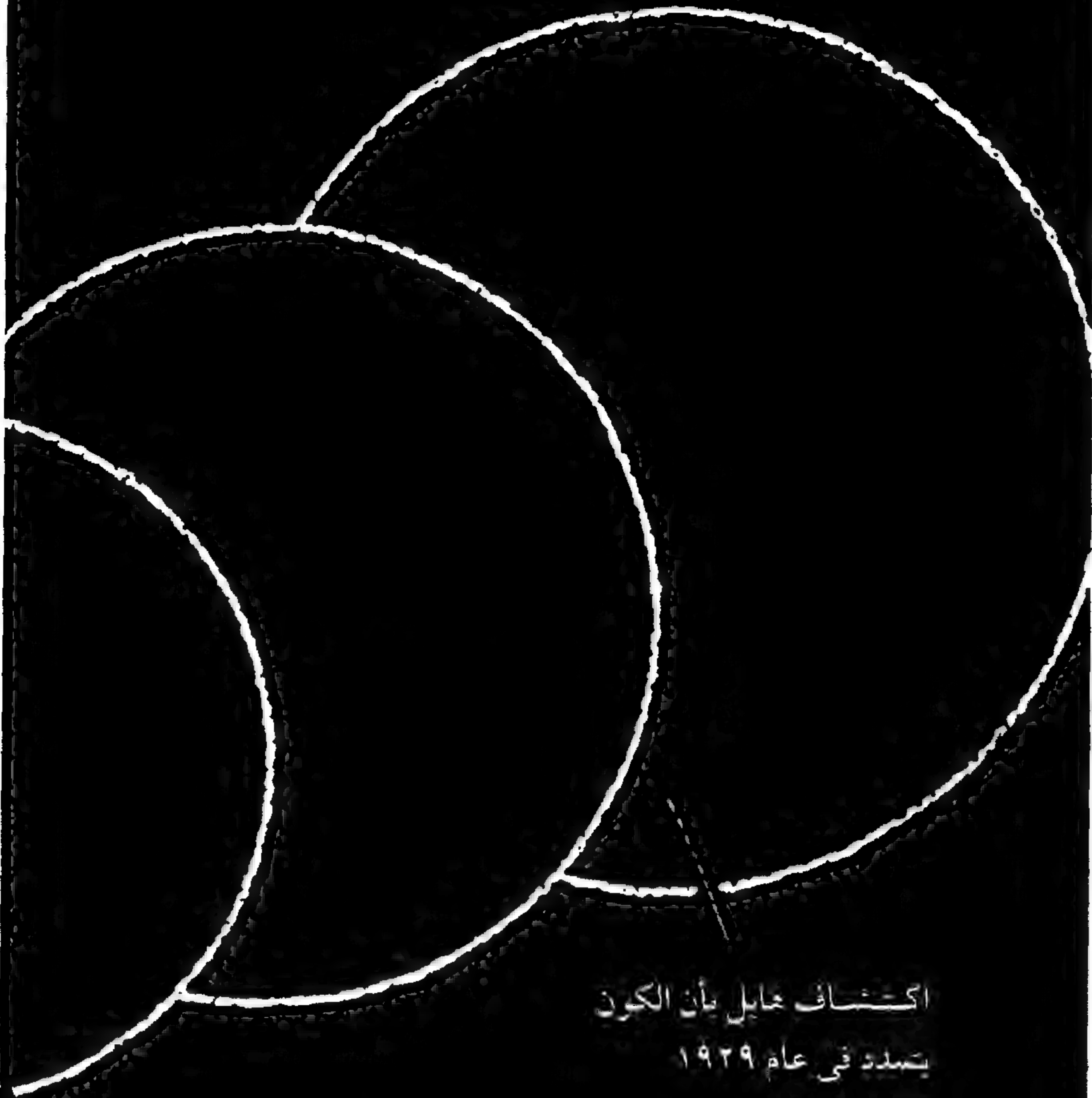
حسناً. لابد أن هذا  
سيكون شيقاً جداً



وبعد انقضاء سنة واحدة في حياته البحثية أصبح هوكنج يعرف نقطة التحدى التى سيقوم بدراستها. وكان عليه أن يعمل بجد لكى يقوم بتكييف معادلات بنروز وكذلك كان عليه أن يتعلم الرياضيات المتضمنة فى ذلك ليتم بها الفصل الأخير فى رسالته وكذلك أول نظرية انفرادية يضعها وهى «بداية الكون». وقد أوضح هوكنج أن النسبية العامة صحيحة وأنه لا بد من وجود نقطة انفرادية فى الماضى تعبر عن بداية الكون.



وقد نجح هوكينج وحصل على درجة الدكتوراه في عام ١٩٦٥ . وقد كانت هناك القليل من التعتيدات - مثل الأكوام النهائية واللا نهائية - ولكنه خلال السنوات القليلة التالية قام بتطوير أساليب جديدة لإزالة هذه المشاكل.



اكتشاف مماثل بأن الكون

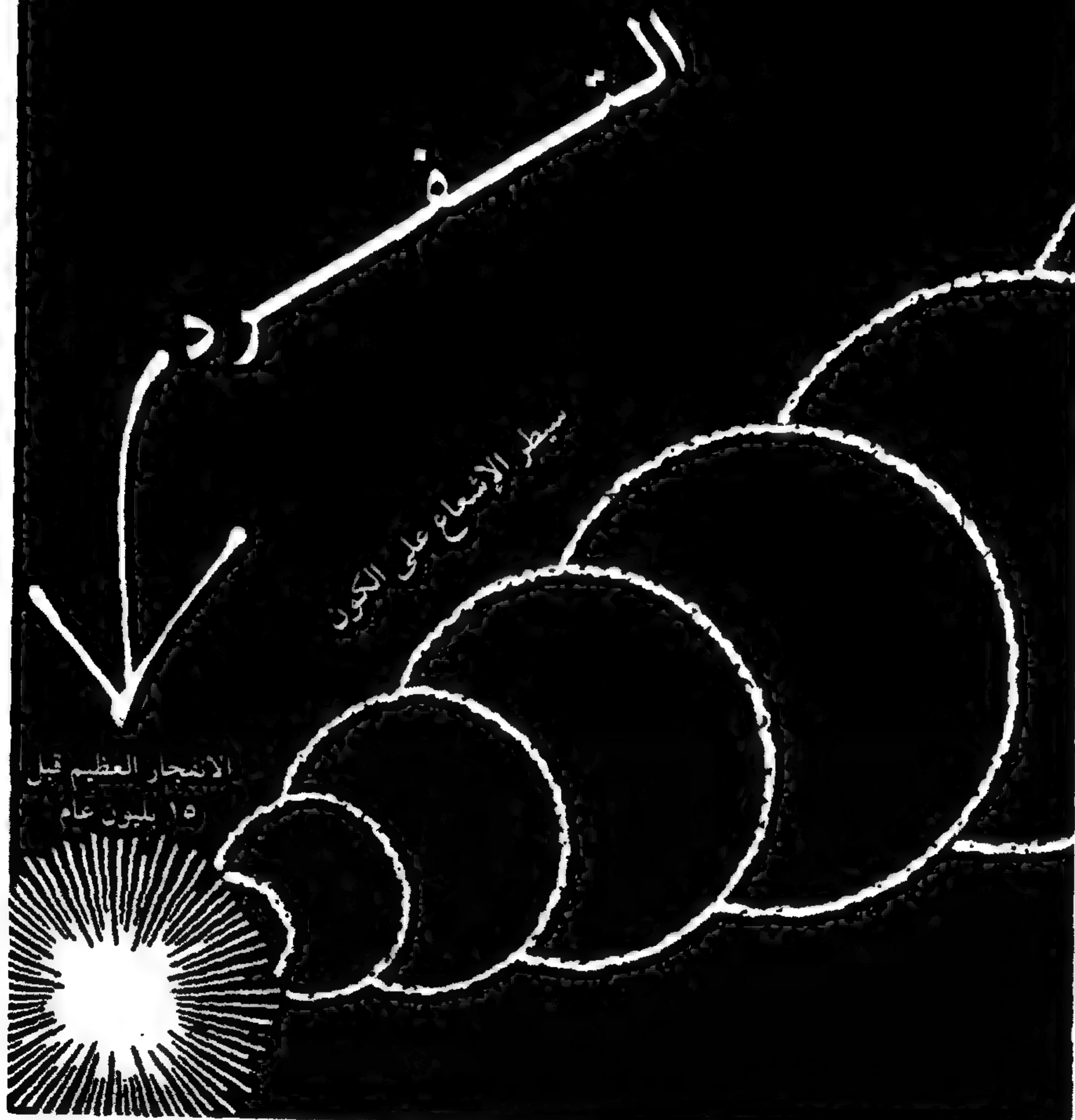
تسدد في عام ١٩٢٩

تكوين النظام الشمسي

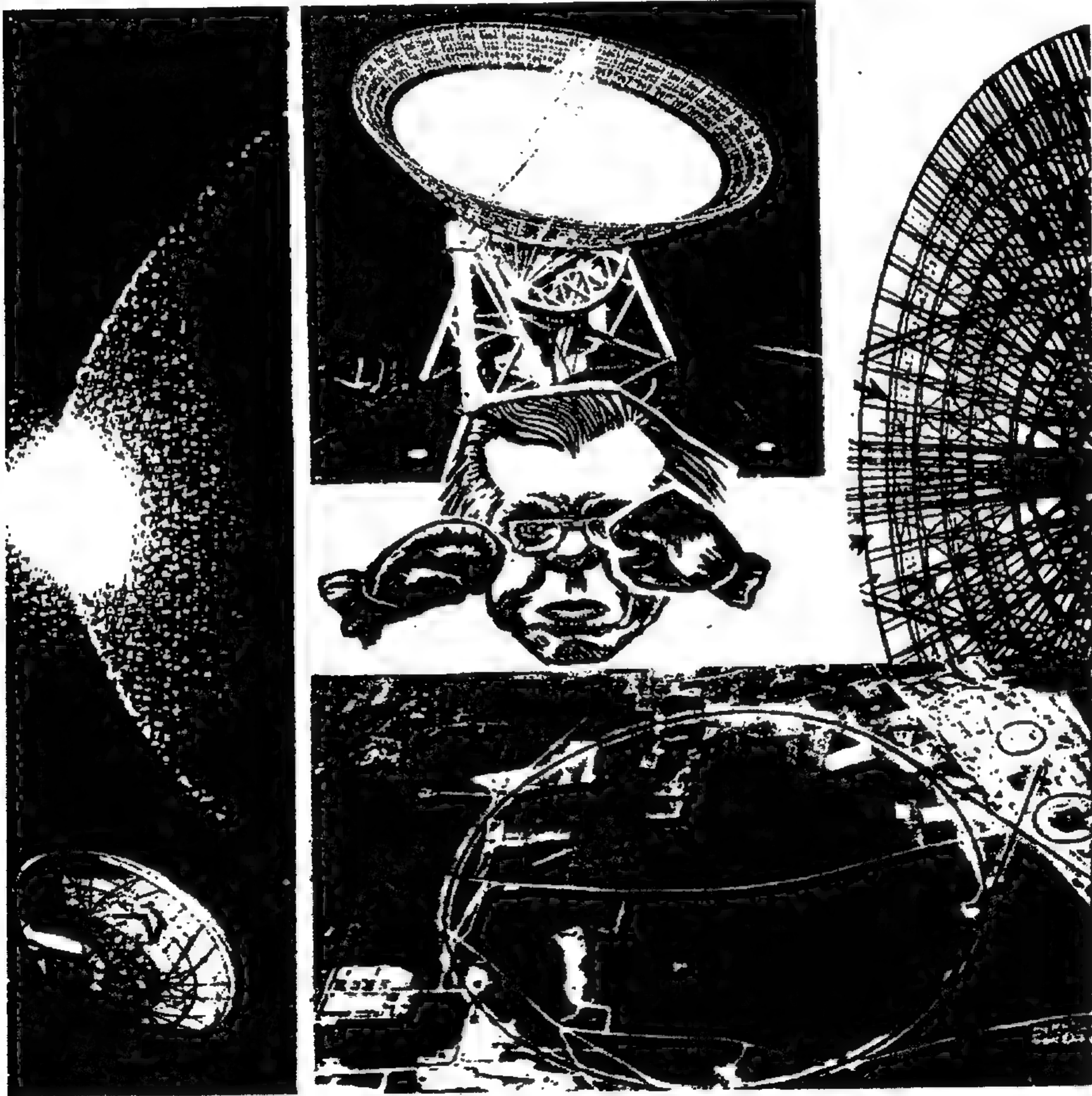
قبل ٤.٥ بليون عام



وقد أصبحت هذه الأساليب مقبولة بصفة عامة وكلنا يقبل اليوم أن الكون قد بدأ بانفجار عظيم - أي الحالة الساخنة شديدة الكثافة. وهذا هو الإسهام الأساسي لهوكينج في علم كونيّات الانفجار العظيم. وكنيجة له أصبح هوكينج مشهوراً عبر أنحاء العالم بأسره، لذلك في عام ١٩٧٠ - أي بعد مرور خمس سنوات على حصوله على درجة الدكتوراه، أصبح عالم كونيّات معروفاً دولياً.



وقد كان هوكنج نصيراً لنموذج الانفجار العظيم منذ أيامه الأولى كطالب دراسات عليا. وقد انتقد في رسالته نموذج الحالة المستقرة لهويل وكذلك أثبت انفرادية الانفجار العظيم، الأمر الذي جعل اسمه مرتبطاً بهذه الانفرادية في كل الأوقات. إنه لأمر شيق أن تتخيل تاريخ علم الكونيات (أو على الأقل التاريخ الحديث لهوكنج) إذا تم قبول تسجيله مع هويل في جامعة كامبريدج. واليوم يقوم هويل وطالبه القديم جاي نارليكار بترميم نموذج الحالة المستقرة ولكن دون جدوى. فلقد تطور عالم علم الكونيات. وربما تم توضيح ذلك بصورة أفضل في مجلة Scientific American في أحد مقالاتها في العدد الخاص الذي نشر في أكتوبر عام ١٩٩٤ عن الكون، والذي يبشر بأنه سيصبح الوصف المقبول لفهمنا للكون في الألف عام القادمة.



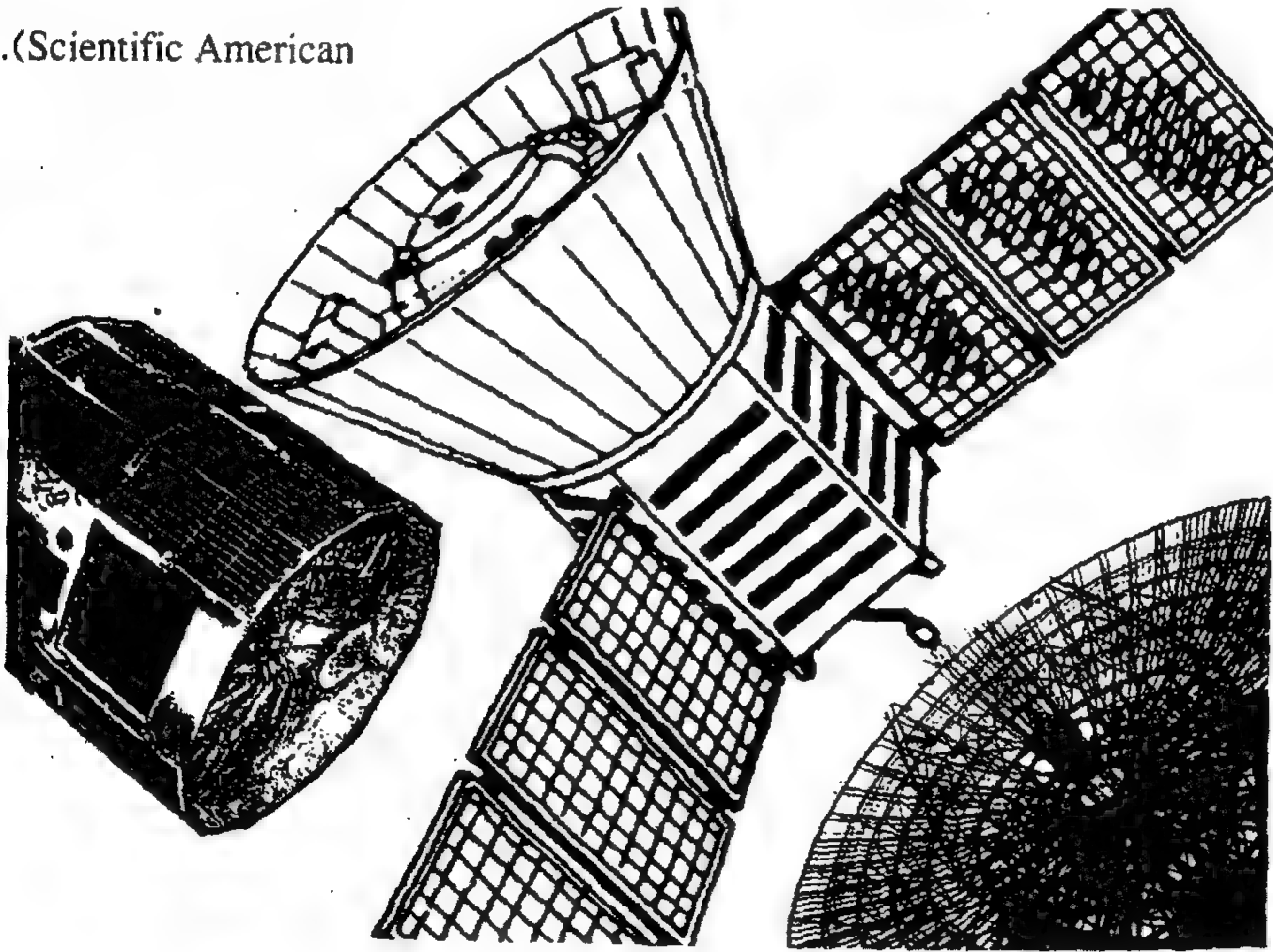


## تطور الكون

يعتبر فهم تطور الكون هو أحد أعظم اكتشافات العلوم فى القرن العشرين. وقد أتت هذه المعرفة من عقود من التجارب المبدعة. حيث استخدمت التلسكوبات الحديثة، سواء إذا كانت على الأرض أو فى الفضاء، فى اكتشاف الإشعاع المنبعث من المجرات التى تبعد عنا بلايين السنوات الضوئية لتوضح لنا ماهية صورة الكون فى مراحله الأولى. وتقوم معجلات الجسيمات باختبار الطبيعة الأساسية للبيئة عالية الطاقة فى الكون الأولى. أما الأقمار الصناعية فتقوم بالتقاط الخلفية الإشعاعية الكونية المتخلفة من المراحل الأولى فى تكوين الكون وتمده لتمدنا بتخيل عن الكون فى أقصى المقاييس التى يمكن أن نلاحظها. وأفضل الجهود لتوضيح هذه الوفرة من البيانات تتجسد فى نظرية عامة تسمى النموذج الكونى القياسى أو علم كونيات الانفجار العظيم. وأهم مبادئ هذه النظرية هى أن فى المتوسط على مقياس كبير نجد أن الكون يتمدد بصورة متجانسة من حالته الكثيفة الأولى. وفى الوقت الحاضر لا توجد أية تحديات لنظرية الانفجار العظيم بالرغم من وجود مسائل غير قابلة للحل فى هذه النظرية. فعلى سبيل المثال لا يعرف علماء الفلك كيف تكونت المجرات ولكن لا يوجد ما يدعو لأن نعتقد بأن هذه العملية لا تتم داخل إطار الانفجار العظيم. وبالفعل قامت النظرية بتجاوز كل الاختبارات حتى الآن

(أكتوبر ١٩٩٤)

(Scientific American



## ١٩٦٥ : عام كبير بالنسبة لهوكنج

تزوج هوكنج من محبوبته جان وايلد فى كنيسة تريتنى فى كيمبريدج فى شهر يوليه ١٩٦٥ . وبينما كان يزداد اعتماده على عكازه إلا أنه حصل على رسالة الدكتوراه وكذلك تزوج من زوجة مخلصة وذكية بالإضافة إلى مهارات رياضية جديدة ليستخدمها فى عالم الكونيات، وكذلك حصل على عضوية فى كلية كايوس ليكمل دراساته فى قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية. وبذلك لم يعد هوكنج مكتئباً.



ولا يزال هذا المزهو بنفسه إذا نظرت إليه  
نظرة متفحصة لمجده يقول ...  
أستطيع أن أفعل أى شىء ولا يمكن أن  
توقفنى أشياء مثل مرض (ALS).

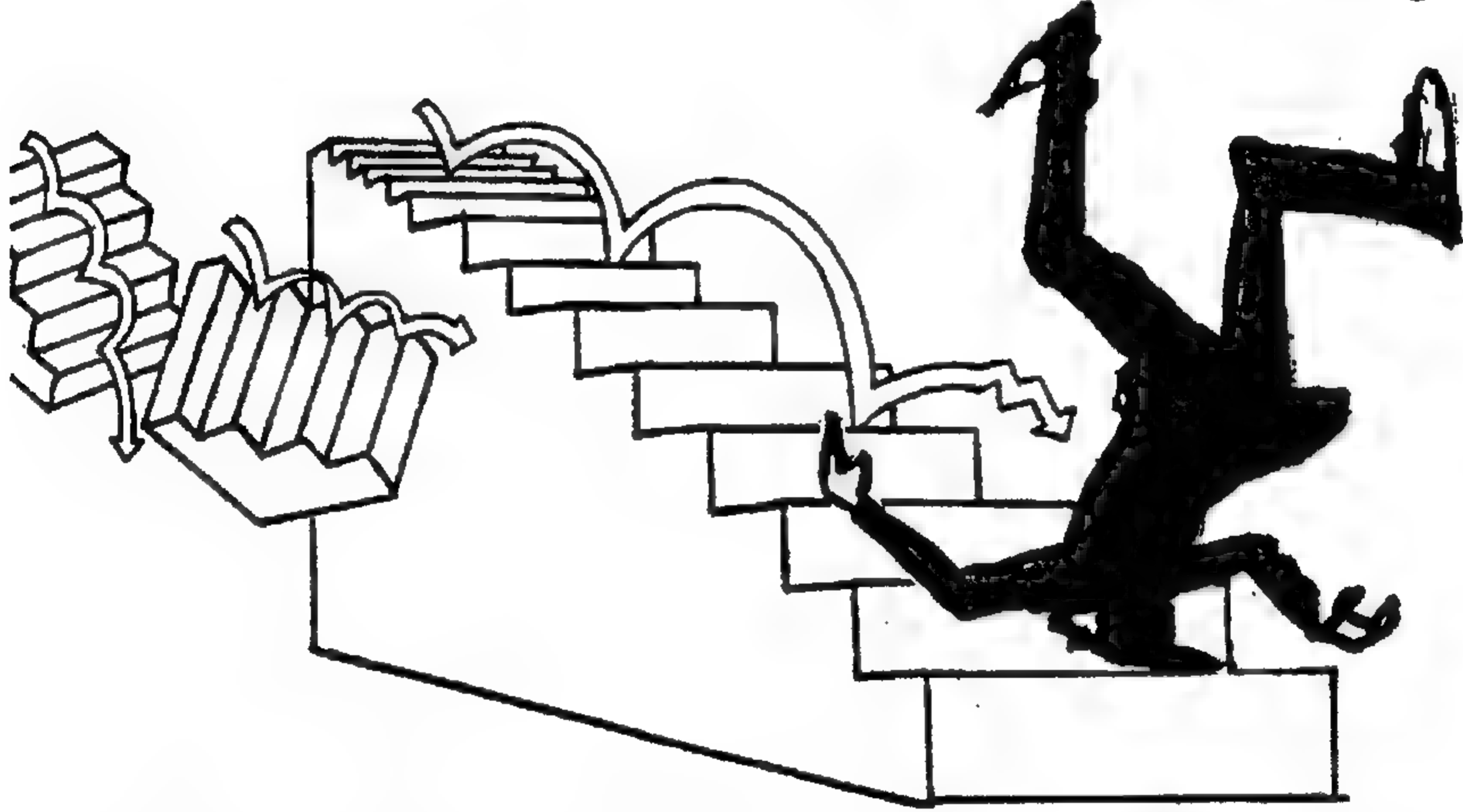


## عقل غير قادر على التوقف

لقد كثرت القصص عن قدرات هوكنج العقلية المذهلة والتي كانت ظاهرة بوضوح في سنوات دراسته في أوكسفورد.

لقد قضى العديد من زملائه الأسابيع في مهمة لحل ثلاث عشرة مسألة من أحد الكتب الصعبة وهو الكهربائية المغناطيسية لـ بلين وبلين. وقد تم إخبارهم بأن يقوموا بحل أكبر عدد من المسائل قدر استطاعتهم وتمكن أغلبهم من حل مسألة أو اثنتين على الأكثر. وكطييعته تركها هوكنج لآخر يوم وبعد أن قضى الصباح في غرفته خرج ليقول أنه أكمل أول عشر مسائل فقط !

وقام أحد معلميه في أوكسفورد بتكليفه بحل بعض المسائل من أحد كتب الفيزياء الإحصائية الذي لم يكن يعجب به. وفي الموعد التالي عاد هوكنج بعد أن قام بمهمته بالإضافة إلى توضيح كل الأخطاء في هذا الكتاب. وأدرك أستاذه في هذا الوقت أن هوكنج يعرف عن هذه المادة أكثر مما يعرف هو.



وفي نهاية عامه الدراسي في أوكسفورد وبدون شك في بداية شعوره بأعراض مرض (ALS) سقط هوكنج بعنف من على السلم في فناء الجامعة. وكنتيجة لذلك أصيب بفقدان مؤقت في الذاكرة لدرجة أنه لم يتمكن حتى من تذكر اسمه. وبعد العديد من الساعات التي استجوبه فيها أصدقائه تمكن من العودة إلى حالته الطبيعية ولكنه كان منزعجاً من احتمالية حدوث إصابات دائمة في مخه. ولكي يتأكد قرر أن يخوض أحد اختبارات الذكاء. وقد كان مسروراً لأنه تمكن من اجتياز اختبارات الألوان الطائفة بتقدير يتراوح بين ٢٠٠ و ٢٥٠ !

ولا يوجد شيء من أمثال مرض ALS يستطيع أن يوقف هذا العقل.

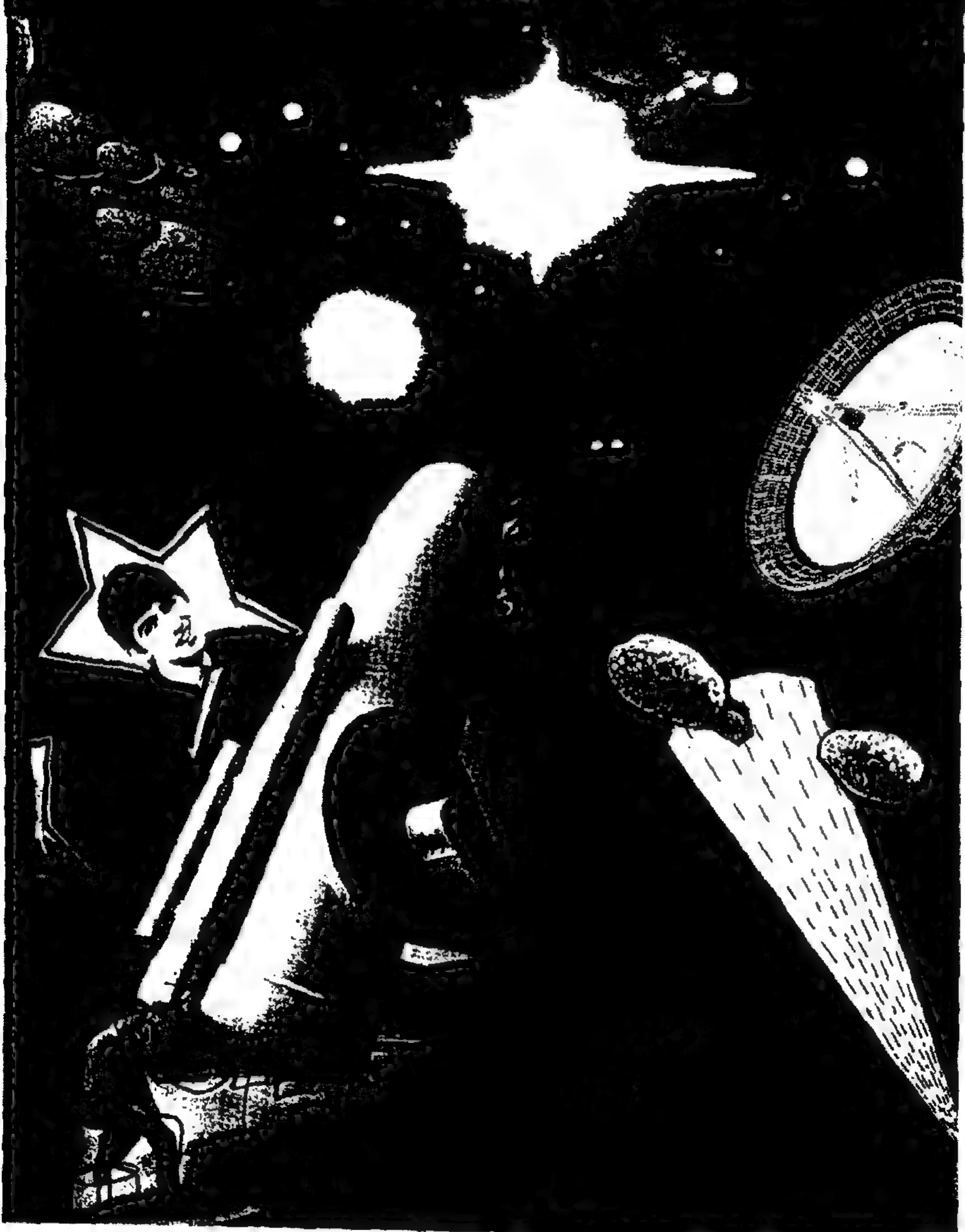
## ثورة الستينات

تعتبر فترة الستينات مرحلة دوران اجتماعي وتغيير جذري على الأرض سواء إذا استمر علماء التاريخ الاجتماعي في القرن الواحد والعشرين في تحليل ذلك أم لا. ولكن بالتأكيد ستكون وجهة نظر علماء تاريخ العلم أن هذه المرحلة مرحلة تغيير جذري في فهمنا للكون. وقد تمت الإشارة إلى هذه الفترة من قبل بأنها العصر الذهبي لعلم الكونيات النسبية. وقد أصبح أبطال الستينات رموزاً مألوفة وكذلك كانت لثورة عالم الكونيات أبطالها ولكنهم في الغالب غير معروفين بالنسبة لعامة الشعب.

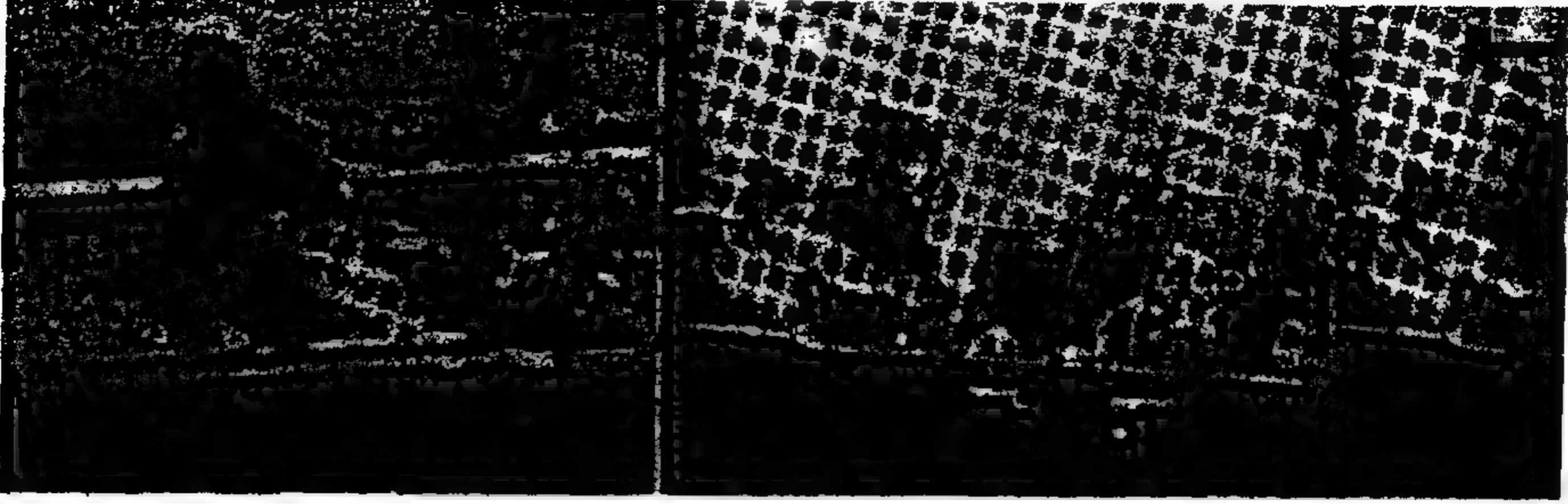




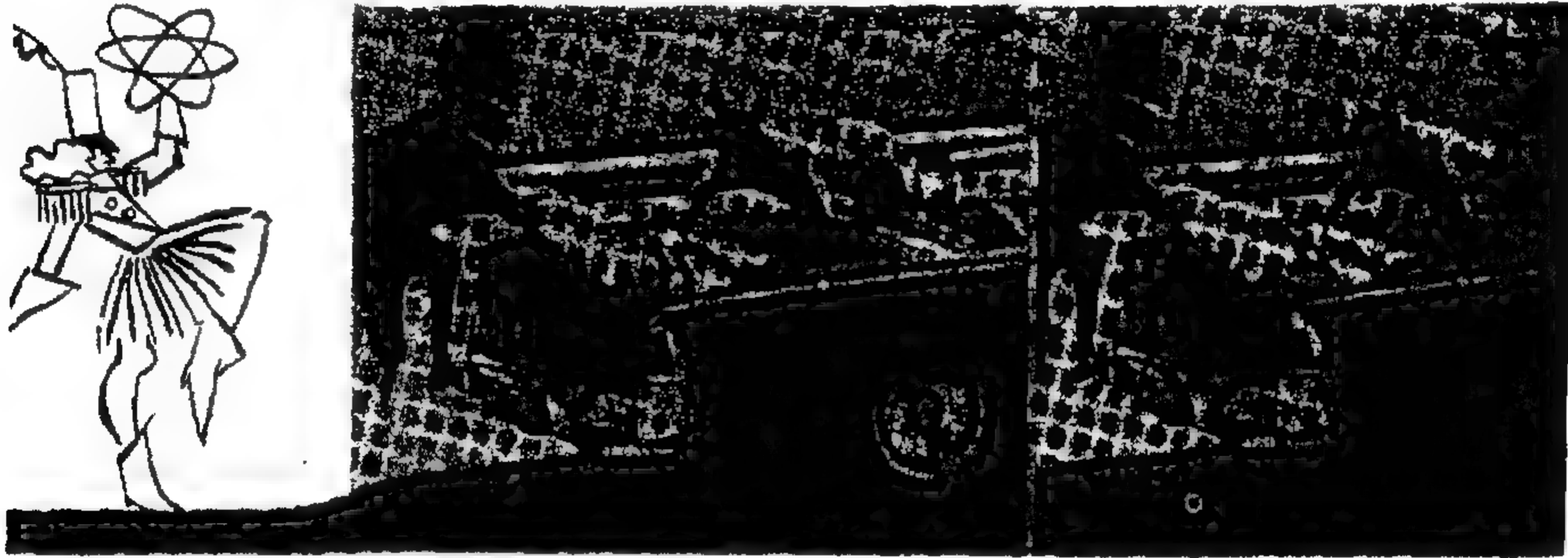
وقد كانت فترة الستينات فترة تطور ملحوظ في علم الفلك وذلك كنتيجة أساسية للتطورات في التكنولوجيا والأدوات. وقد أدت كل أنواع الظواهر غير المألوفة التي تمت ملاحظاتها إلى تمادج جديدة للأجسام السماوية والتي يمكن وصفها فقط بأنها ثورة في علم الكونيات. وبداية هذه الثورة يمكن إرجاعها إلى التقاء عصيب بين الفضاء والزمن بطريقه لا يسهل محوها من ذاكرة التاريخ في القرن العشرين.



## دالاس ١٩٦٣

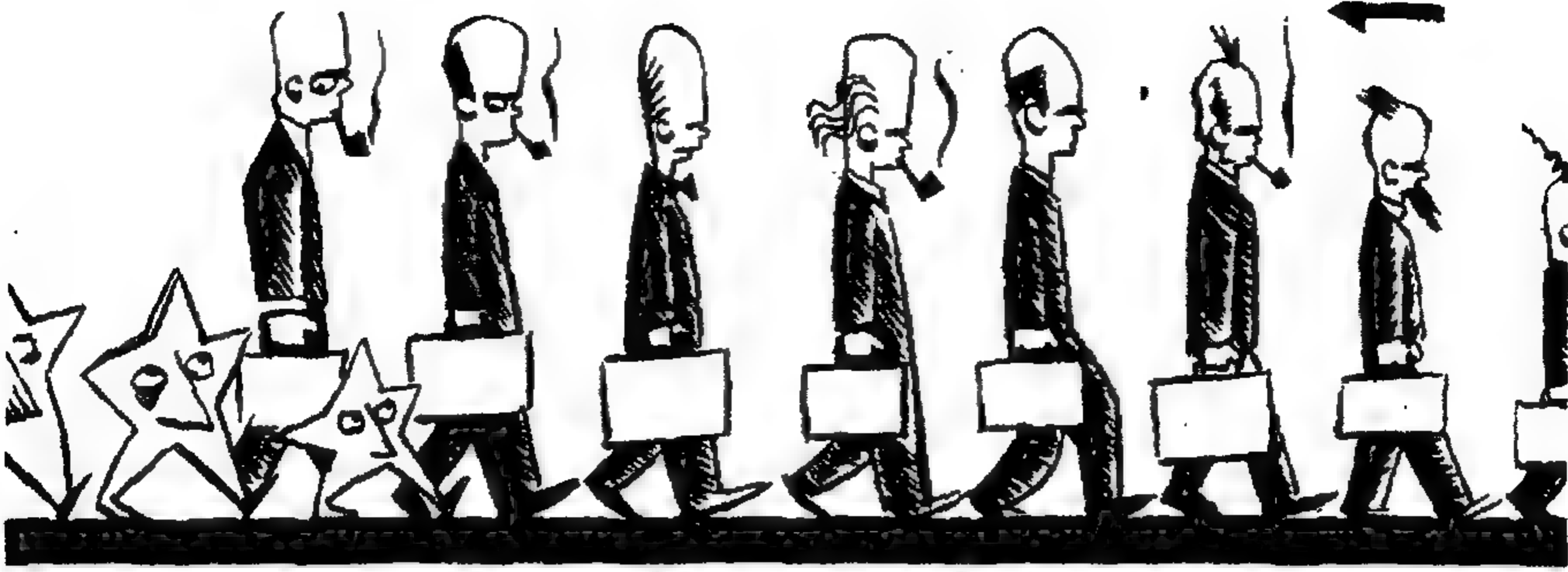


إذا قمت بإجراء استفتاء بين الأشخاص المعمرين أكثر من خمسين عاماً إذا كانوا يتذكرون دالاس ١٩٦٣ فسيقوم غالبيتهم بوصف شعورهم تجاه حادثة اغتيال جون ف. كيندى فى دالاس فى ٢٢ نوفمبر.



ولكن ربما توجد فئة صغيرة من هؤلاء الناس من يكون لهم رد فعل غامض . فهم بالطبع يتذكرون حادث اغتيال كيندى المأساوى، ولكن دالاس ١٩٦٣ لها دلالة أخرى عندهم. فقد حضرت مجموعة من ثلاثمائة من علماء الفلك والفيزياء والكون والنسبية ندوة تكساس الأولى فى الفيزياء والفلك ليميزوا اكتشاف الكواسارات (أشباه النجوم). وقد عقد هذا المؤتمر فى دالاس فى الفترة من ١٦ إلى ١٨ ديسمبر ١٩٦٣ بعد ثلاثة أسابيع فقط من اغتيال كيندى.





وقد تمت دعوة علماء النسبية (المتخصصون في التعامل مع معادلات أينشتاين) لكي يتلاقوا في حوار مع علماء الفلك وعلماء الفيزياء والفلك. وفي الخمس والعشرين عاماً الأخيرة بعد نشر البحث الشهير لأوينهايمر وسنايدر عن انهيار النجوم تم اقتراح النسبية العامة كتوضيح ممكن لكثير من الظواهر الفيزيائية التي تمت ملاحظتها بالفعل بواسطة علماء الفلك. وقد ساد الاعتقاد بأن النجوم المنهارة جذباً (والتي تمت تسميتها الثقوب السوداء) ربما تمدنا بالوسائل اللازمة لتوضيح الأجسام الجديدة والمثيرة والتي تسمى أشباه

النجوم (Quasars) وقد ألقى توماس جولد (أحد مؤسسي نظرية الحالة المستقرة) محاضرة في ندوة دالاس.



FIRST  
TEXAS  
SYMPOSIUM  
ON  
RELATIVISTIC

إن اكتشاف أشباه النجوم يجعلنا نؤمن  
بأن النسبية وما يتعلق بها من أعمال  
معقدة ليست مجرد حلية ثقافية وإنما هي  
بالفعل مفيدة في العلوم !

وهذا مدعاة لسرور كل الناس :

فالمختصون في النسبية يشعرون بأنه تم  
تقديرهم وأن لهم خبرة عالية في مجال عرفوا أنه  
موجود بصعوبة. أما علماء الفيزياء والفلك فقد  
وسعوا امبراطوريتهم عن طريق إلحاق  
مادة جديدة ... ألا وهي النسبية العامة.

إن ذلك كله مدعاة للسرور، لذا  
دعونا نتمنى أن يكون صحيحاً.

وقد اتضح أنها صواب، كما وضع هوكينج نفسه بعد ٣٠ عاماً.

لقد حدث تغير كبير في منزلة النسبية العامة وعلم الفلك في الثلاثين عاماً الماضية. فعندما بدأت بحثي في قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية في كامبريدج عام ١٩٦٢، كان يعتقد أن النسبية العامة رائعة ولكنها نظرية معقدة جداً للدرجة أنها لا تتصل بالعالم الواقعي على الإطلاق. وكان علم الفلك يعتبر علماً كاذباً حيث إن التأملات الشاذة كانت غير مثبته بأي ملاحظات ممكنة.

والموقف الآن يختلف كثيراً، ليس فقط كنتيجة للتطور الهائل في مستوى الأرصاد باستخدام التكنولوجيا الحديثة ولكن أيضاً كنتيجة للتقدم الهائل في الجانب النظري الذي حققناه.

هذا هو المجال الذي أستطيع أن أدعي أنني قمت فيه بإسهامات متواضعة.



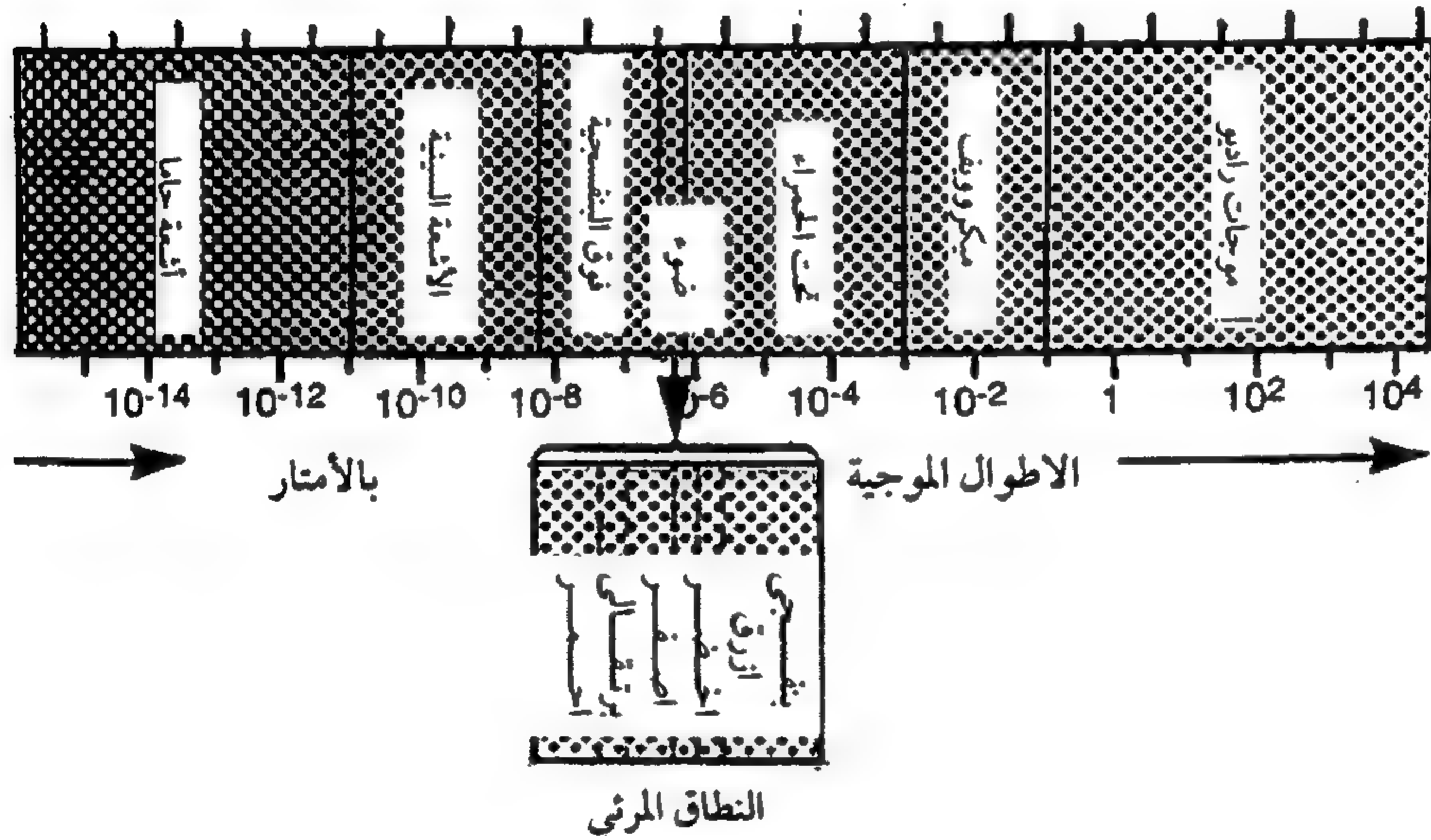
ولكن رصد أشباه النجوم يتطلب أساليب رصد جديدة. لذلك قبل ذكر الجوانب المثيرة في أشباه النجوم دعنا نقوم بتوضيح شيء تحتاج معرفته.



## شئ نحتاج إلى معرفته : الطيف الكهرومغناطيسى

إن الطيف الكهرومغناطيسى يبدو فنياً جداً حيث إن شقيه نادراً ما يستخدمان خارج العلوم الطبيعية. فإن الشق الأول (الكهرومغناطيسى) فقط يعنى الموجات التى ستحدث عنها (ضوء، راديو، تحت الحمراء) تتكون من مجالات كهربائية ومغناطيسية مهتزة (تتغير شدتها مع تغير الوقت والمكان). أما الشق الثانى (الطيف) فيشير إلى مدى أحجام هذه الموجات (أى المدى الذى تتراوح فيه أطوالها الموجية).

والطيف الكهرومغناطيسى يشير إلى كل الأطوال الموجية للإشعاع التى يمكن أن توجد فى الطبيعة. والموجات التى لها أطوال موجية مختلفة تكون لها خصائص مختلفة وكذلك يتم إنتاجها بعمليات فيزيائية مختلفة. والإشعاع الغير مرئى الذى يأتى من النجوم والمجرات (بالطبع بالإضافة إلى الضوء المرئى أو النطاق الضوئى) يمدنا بمعلومات مفيدة بالرغم من أنه لا يرى بالعين المجردة.



والأطوال الموجية تغطى مدى واسعاً من القيم ابتداء من الأشعة السينية (أقل من المسافات بين الذرات فى المادة الصلبة) إلى موجات الراديو (طولها يصل الى عدة كيلو مترات). وهذه الموجات تتحرك بنفس السرعة وهى نفس سرعة انتشار الضوء. وهناك علاقة بسيطة بين الطول الموجى وتردد المصدر الذى يشع هذه الموجات وسرعة انتقالها :

$$(\text{الطول الموجى}) \times (\text{التردد}) = (\text{سرعة الضوء}).$$

وقبل الستينات من القرن العشرين كانت الأرصاد تعنى علم الفلك الضوئى (أو المرئى) وهو عبارة عن الملاحظة باستخدام تلسكوبات مكونة من عدسات زجاجية أو مرايا عاكسة وتسجيل هذه الملاحظات إما بالعين أو عن طريق كاميرات حساسة. وتم استخدام بعض الأفلام الحساسة لتوسيع نطاق الملاحظة إلى الأشعة تحت الحمراء الغير مرئية والتي لها أطوال موجية أكبر من الضوء. ولكن خلال أواخر الخمسينات والستينات أصبح كل النطاق الكهرومغناطيسى تقريباً من الممكن التقاطه بواسطة علماء الأرصاد، لذلك فإننا الآن لدينا علم الفلك المبني على أشعة الراديو وآخر مبني على الميكروويف وثالث للأشعة تحت الحمراء وآخرين للضوء، والأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة جاما. والاكتشافات العظيمة فى الستينات نتجت عن مدّ الأرصاد خارج النطاق الضوئى وخاصة فى مدى الأطوال الموجية الكبيرة من الميكروويف وموجات الراديو. وقد تم اكتشاف أشباه النجوم والنجوم النابضة (والتي سيتم توضيحها فيما بعد) فى نطاق ترددات الراديو أما الخلفية الإشعاعية الكونية فتم التقاطها فى نطاق الميكروويف. وعلى الجانب الآخر فإن أرصاد الأشعة السينية قامت بإمدادنا بأول دليل على وجود الثقوب السوداء من ملاحظات جورج سيجناس (س-١) فى أواخر السبعينات.





## ١٩٦٣ : أشباه النجوم Quasars

لقد أدت الأرصاد التي قام بها علماء الفلك الضوئي والراديو إلى اكتشاف نصف دسلة أجسام مضيئة فى السماء والتي لها أحجام مماثلة لحجم النجوم ولكن ذات طيف غريب لا يشابه طيف أى نجم قد لوحظ من قبل.

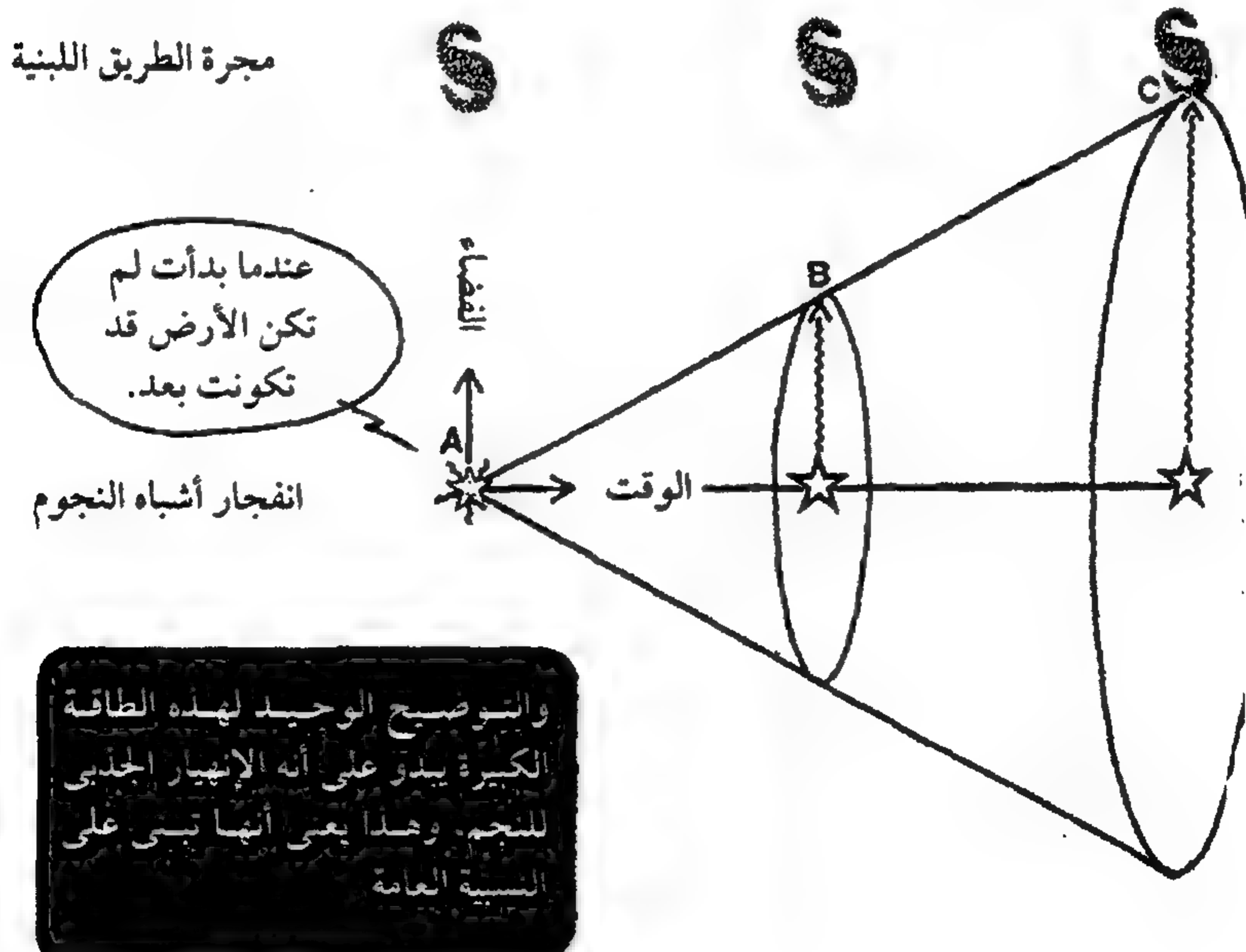
ولقد تحير الجميع من هذه الأجسام حتى قام عالما الفلك مارتين سكيمت وجيس جرينتشين فى كالتك بعمل اكتشاف فى الخامس من فبراير عام ١٩٦٣ .



وقد أوضحت القياسات أن أشباه النجوم تتحرك مبتعدة عن الأرض بسرعات هائلة جداً ولذا فمن المؤكد أنها بعيدة جداً جداً.



لقد ساد الاعتقاد في البداية بأنها نجوم في مجرة الطريق اللبنة ويأتي ابتعادها عنا كنتيجة لتمدد الكون. ولكن بناءً على المسافات الهائلة التي تبعدنا عنها، عندما تم قياس الطاقة المنبعثة منها اتضح أنها تشع طاقة أكبر مائة مرة من أكثر المجرات إضاءة على الإطلاق. أشباه النجوم ينبعث الضوء من أشباه النجوم عند نقطة A وبعد مرور بلايين السنين عند النقطة B لم يصل الضوء إلى مجرة الطريق اللبنة بعد. وفي النهاية عندما وصلنا عند نقطة مثل C فإننا نلتقطه وكأنه قادم كله من مسار عبر النقطة A.





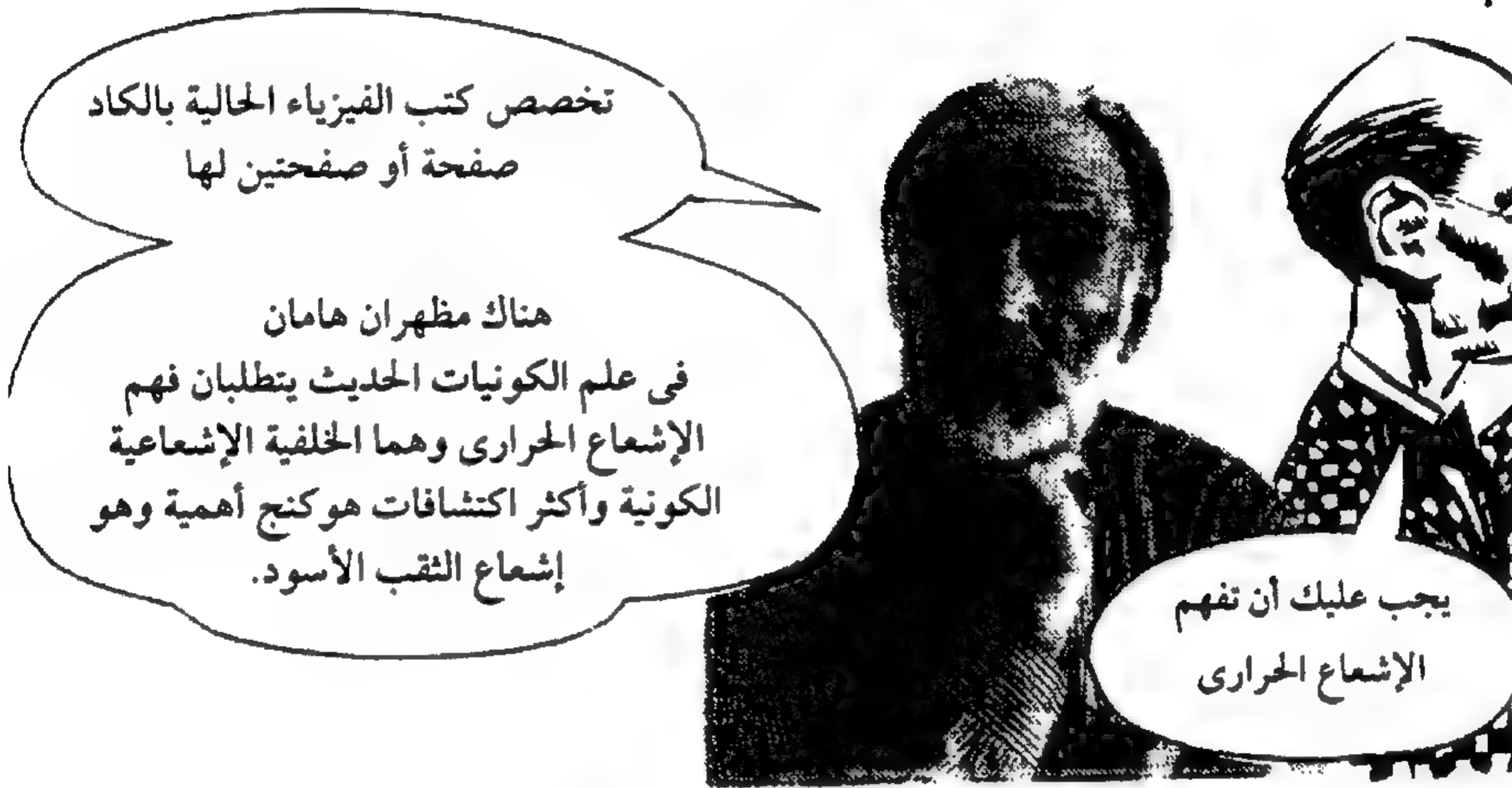
## ١٩٦٥ : الخلفية للإشعاع الكونى

فى عام ١٩٦٥ تحول اكتشاف الميكروويف بالمصادفة من الفضاء الخارجى إلى أول دليل عملى على احتمالية صحة الانفجار العظيم وقبل هذا الحدث كان هذا النموذج يعتبر مزحة أو فكاهة، ونعرض الآن كيف حدث ... لقد أدى تصور أبى جورج لاماتير فى عام ١٩٢٧ أن الكون كان عبارة عن ذرة أساسية (أو بيضة كونية) إلى أن يعتقد بعض علماء الكونيات أن الكون الابتدائى كان عبارة عن بلازما ساخنة عالية الكثافة وسريعة التطور. وقد أخذ أحد العلماء النظريين وهو جورج جامو (الذى ارتحل من روسيا إلى الولايات المتحدة الأمريكية، وتميز بقدرته العالية على التخيل)، أخذ فى اعتباره تأثير البرودة التى تعرضت لها هذه البلازما مع تمدد الكون، عند ذلك قام بتنبؤ واحد من أهم التنبؤات فى تاريخ العلم.



وكل جسم له درجة حرارة ما يقوم بإشعاع موجات كهرومغناطيسية بصورة مستمرة والتي تسمى بالإشعاع الحرارى حتى ولو كانت درجة حرارته خمس درجات فوق الصفر المطلق. والسؤال الآن هو: كيف نقيس هذا الإشعاع وفى أى نطاق من الطول الموجى نبعث؟ ولكى نكمل هذا الجزء من القصة هناك شىء يجب أن نعرفه !

### شئ ما نحتاج لمعرفته : الإشعاع الحرارى

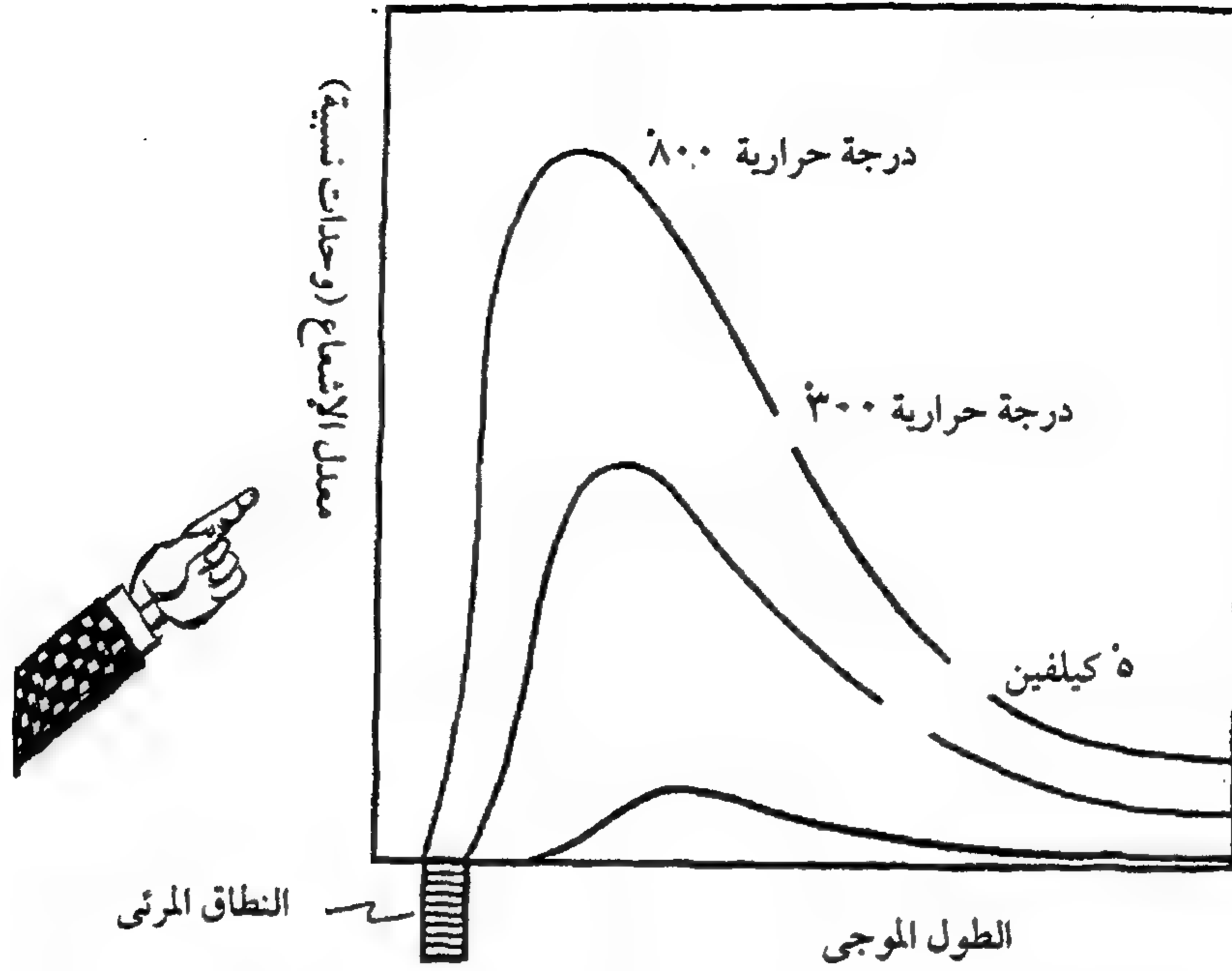


الخطوط الفيزيائية العريضة للإشعاع الحرارى بسيطة جداً بالرغم من أنه يتطلب مبادئ جذرية (والتي بدأت مع نظرية الكم) والتي وضعها ماكس بلانك فى عام ١٩٠٠ لتوضيح تفاصيله. وقد وضع كيفية اعتماد المعدل النسبى لإشعاع الطاقة (موجات كهرومغناطيسية) على الأطوال الموجية عند درجات حرارة مختلفة. وتوضح المنحنيات النظرية لبلانك أن الإشعاع ينتشر وتنحرف قمته إلى ناحية الأطوال الموجية الأكبر كلما نقصت درجة الحرارة.

- عند درجة حرارة ٨٠٠م يتم إشعاع كمية كافية من الضوء المرئى مما يجعل الجسم يبدو أحمر متوهجاً بالإضافة إلى أن نسبة عالية من الطاقة تخرج فى صورة أشعة تحت حمراء.  
- عند ٣٠٠م تخرج كل الطاقة تقريباً فى صورة أشعة تحت حمراء ولا يوجد أى إشعاع فى نطاق الضوء المرئى.

- عند خمس درجات فوق الصفر المطلق (أو -٢٦٨م) يكون الإشعاع كله خارج نطاق الأشعة تحت الحمراء ويقع فى نطاق الميكروويف؛ ولذلك فإن القياسات تتطلب مستقبلات خاصة لموجات الميكروويف.





وحيث إن شكل هذا المنحنى يتحدد بمعرفة درجة حرارة الجسم المشع فقط، فإن قياس الأطوال الموجية المختلفة يعطينا تنبؤاً بدرجة الحرارة. وعلى العكس إذا كانت درجة حرارة الجسم المشع معروفة فمن الممكن رسم شكل للتوزيع الإشعاعي من خلال معادلات نظرية.



ونعود إلى تنبؤ جامو، المنحنى النظرى لتوزيع الإشعاع الحرارى عند درجة حرارة خمسة فوق الصفر المطلق يوضح أن قمة هذا الإشعاع يجب أن تكون فى نطاق الميكروويف من الطيف الكهرومغناطيسى وبينما كانت مجموعات أخرى تقوم بالتخطيط لتجارب فحص لموجات الميكروويف التى ذكرها جامو، تم اكتشافهم بالصدفة بواسطة الباحثين أرنو بنزياس وروبرت ويلسون فى معامل تليفونات بيل فى شمال نيو جيرسى فى الولايات المتحدة الأمريكية.





## تاريخ الكون

أدى تمدد الكون إلى ترقيق  
وتبريد الشهاب الأبيض  
الساخن للانفجار العظيم. ولا  
يزال الإشعاع موجوداً حتى  
الآن إلا أن أطواله الموجية  
كبرت حتى وصلت إلى نطاق



الميكروويف الذي اكتشفه بنزياس  
وويلسون. وبالرغم من أنهم لم  
يستطيعوا القياس إلا عند طول  
موجي واحد، إلا أن بنزياس  
وويلسون فازا بجائزة نوبل أول  
من استطاع أن يؤكد عملياً الدليل  
الوحيد على الانفجار العظيم.

وهكذا فقد انتح مجال جديد للبحث  
في علم الكونيات وهو دراسة منشأ  
الكون من خلال الخلفية الكونية  
للإشعاع

لقد أوى اكتشاف خلفية الميكروويف في عام ١٩٦٥ إلى رفض  
نظرية الحالة المستقرة وتوضيح أن الكون مر بمرحلة عالية الكثافة في  
الماضي. ولكن هذه الملاحظات لا تستبعد أن يكون الكون نشأ  
بطريقة مفاجئة وبحجم كبير جداً ولكن ليس عالي الكثافة.

وقد إحتكم هذا إلى اسامات نظرية في نظرية  
الانفراذية التي أثبتنا أنا وبنروز، وقد قمنا بنشر  
بحث بعنوان الانفراذات في الانهيارات الحتمية  
وعلم الكونيات، وهي عبارة عن نظرية  
للانفراذية التي وضعت وجوب حدوث  
انفراذية في الوقت الماضي (الانفجار العظيم)  
وتضمنت هذه النظرية أيضاً أن الوقت لا بد أن  
يأتي إلى نهاية ما عندما ينهار النجم.

ومنذ ذلك الوقت تم أخذ أعمالنا  
في الاعتبار مع توابيع وتضمنات  
هذه النتائج.





واستمر علماء الفلك المتخصصون فى البحث فى نطاق موجات الراديو فى اكتشاف العديد من مجرات الراديو (أى تلك التى تشع موجات كهرومغناطيسية فى نطاق الراديو). بعد ذلك وفى عام ١٩٦٧ قامت طالبة بحث فى جامعة كامبريدج تسمى جاكلين بيل بالتقاط نبضات حادة عالية الانتظام على طول موجى ٣,٧ متر من أحد هذه المجرات. واعتقد علماء الفلك وقتها أنهم قد اتصلوا بحضارة خارج الأرض !



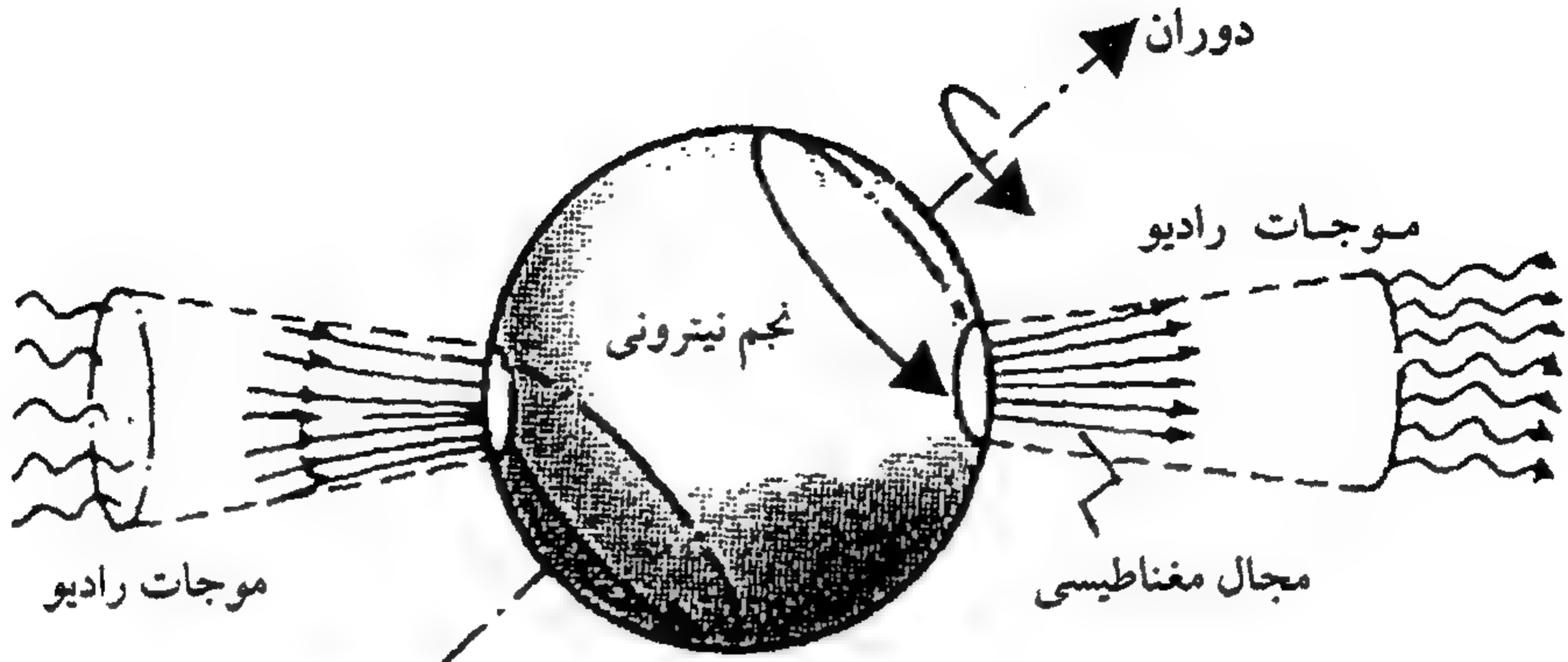
كانت هذه النبضات ضيقة جداً، وكان ذلك يعنى أن الجسم المشع يجب أن يكون صغيراً جداً لأنه لا يمكن أن يقوم جسم كبير بإشعاع نبضات قصيرة جداً. ويلاحظ أن طول الوقت من الممكن أن يجعل النبضات زائغة الحدود، لذلك لكى تصل إلينا بمثل هذه الحدود الواضحة لابد أنها كانت على درجة عالية من الانضغاط. أى أنها قادمة من جسم قطره أقل من ثلاثة آلاف كيلو متر على نفس مسافة النجم.

جاكلين بيل

وبينما كان فريق الفلكيين من كيمبردج يقوم بإعلان نتائجه، كان فريق النظريين في قسم الرياضيات (سكياما وهوكنج وريس) يجلسون في المحاضرة بأناقة.





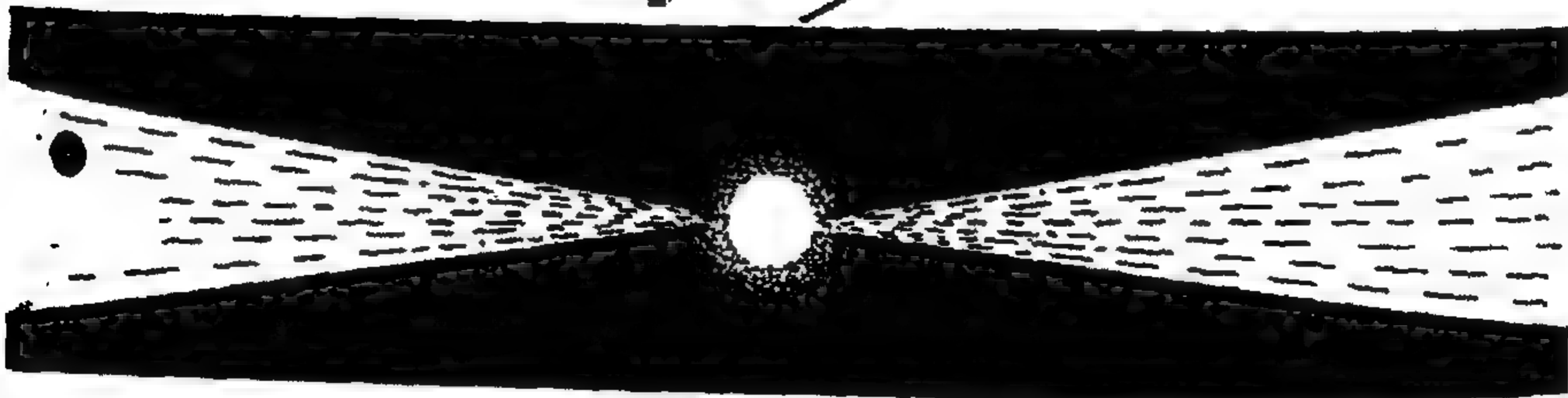


وقد أخذ الأمر شهراً قلائل من المناقشة حتى أصبح واضحاً. وكان أول من أوضح ذلك هو تومى جولد والذي كان يعمل قبل ذلك فى نظرية الحالة المستقرة.



النجوم النابضة هي عبارة عن نجوم نيترونية دوارة ولا يمكن أن تكون أى شىء آخر غير ذلك. وتصل موجات الراديو المنبعثة من هذا النجم إلى الأرض بطريقة متقطعة كنتيجة لدوران النجم، مثل المنارة

نجم نيتروني دوار (منارة إرشادية)



## الثقوب السوداء

مع إقتراب الستينات من القرن العشرين كان كل الناس يتحدثون عن النجوم المنهارة جذبياً. وقد أصبحت النجوم المنهارة جزئياً (مثل الأقزام البيضاء والنجوم النيوترونية) هدف علماء الفلك الدائم. ولكن جون ويلر اهتم أكثر بالنجوم ذات الكتلة الكبيرة والتي تنهار كلياً.



وكان لهذه الكلمة تأثير السحر حيث بدأ كل شخص في استخدامها، وحتى المتخصصين يعرفون الآن أنهم يتحدثون عن نفس الشيء. وقد حلت الثقوب السوداء محل النجوم المنهارة جزئياً في موسكو وباسادينا وبرينستون وكيمبريدج.



## عصر الثقوب السوداء

ساد الهراء فى كل الأوساط وأصبح العالم على الأقل قادراً على تجميع كل الفيزياء الجديدة المعقدة وعلم الفلك فى كلمتين بسيطتين قد ملأنا كل أعمدة الجرائد. والتقط الكتاب هذه الكلمات الرنانة الجديدة وظهرت كتب جديدة فى العلوم. أما فى التلفزيون ظهرت خدع النجوم ذات الأغراض الدخيلة الغريبة هى وسفن الفضاء الخاصة بها. أما فى حفلات العشاء كان العلماء فى بقعة الضوء ليقوموا بتوضيح الثقوب السوداء لأصحابهم. وكذلك أصبحت الثقوب السوداء كلمات منزلية مألوفة ... ولكن هل يعرف أى أحد حقيقة معناهم ؟







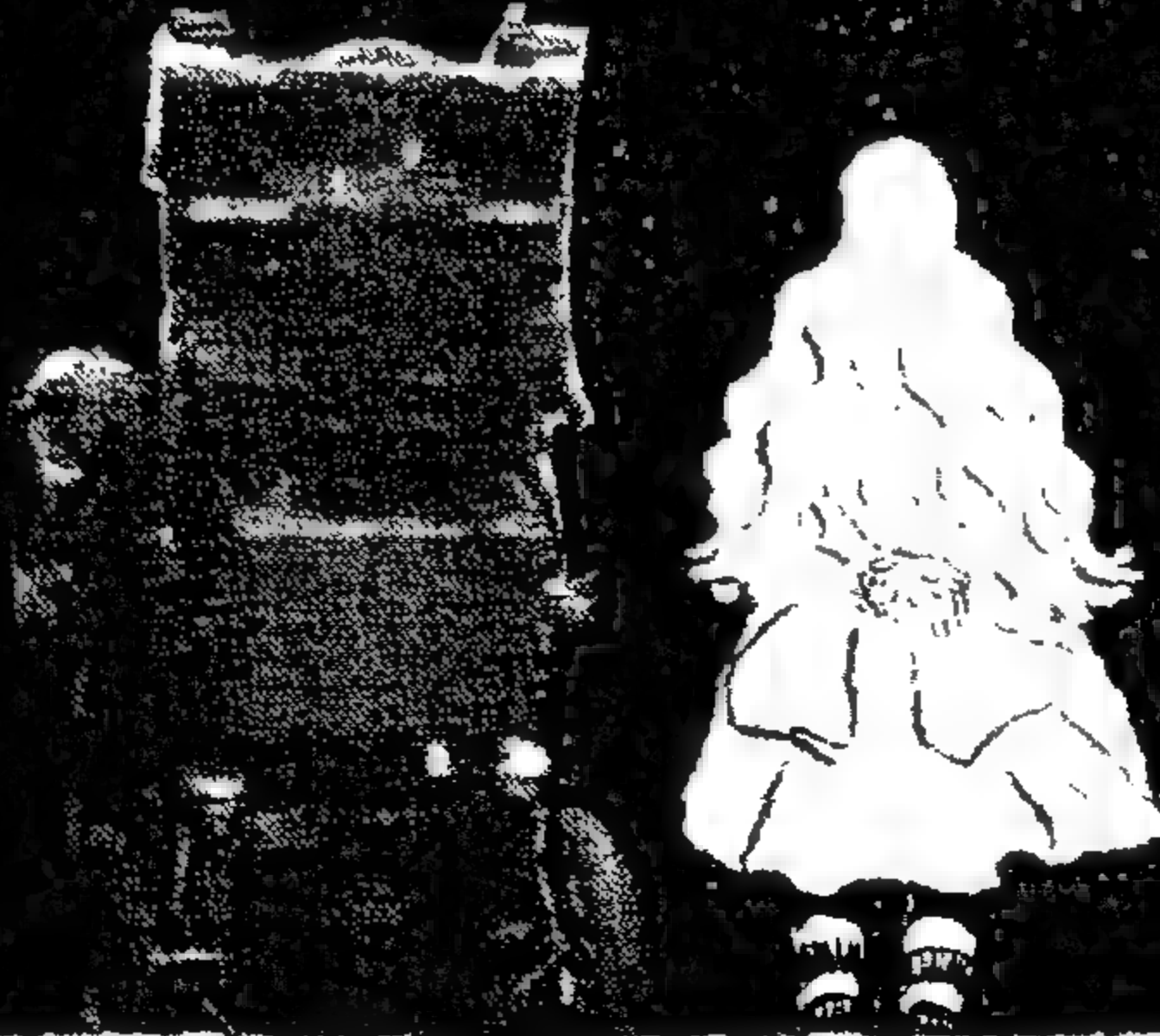


## مولد وموت النجوم

تتكون النجوم عندما تؤدي قوى الجذب المتبادلة بين جزيئاتها الطافية في الفضاء (معظمها غاز الهيدروجين) إلى تكوين قطع كبيرة. ثم تتجمع هذه القطع وتندمج مع بعضها مما يؤدي إلى زيادة الجذب بين الجزيئات التي تقترب أكثر فأكثر حتى يؤدي الضغط الزائد إلى حدوث تفاعلات بين الجزيئات تنتج عنها ارتفاعات في درجة الحرارة.

وتستمر هذه العملية حتى يتوهج الغاز مكوناً إشعاعاً كهرومغناطيسياً بكل الأطوال الموجية وكلما يزداد الانضغاط تزداد شدة التفاعلات حتى يصبح ضغط الإشعاع كبيراً بدرجة كافية ليوقف أي انكماش جدي.

عند ذلك يصل التجم إلى اتزان ديناميكي ويشتت ضوءاً لعدة بلايين من السنين.

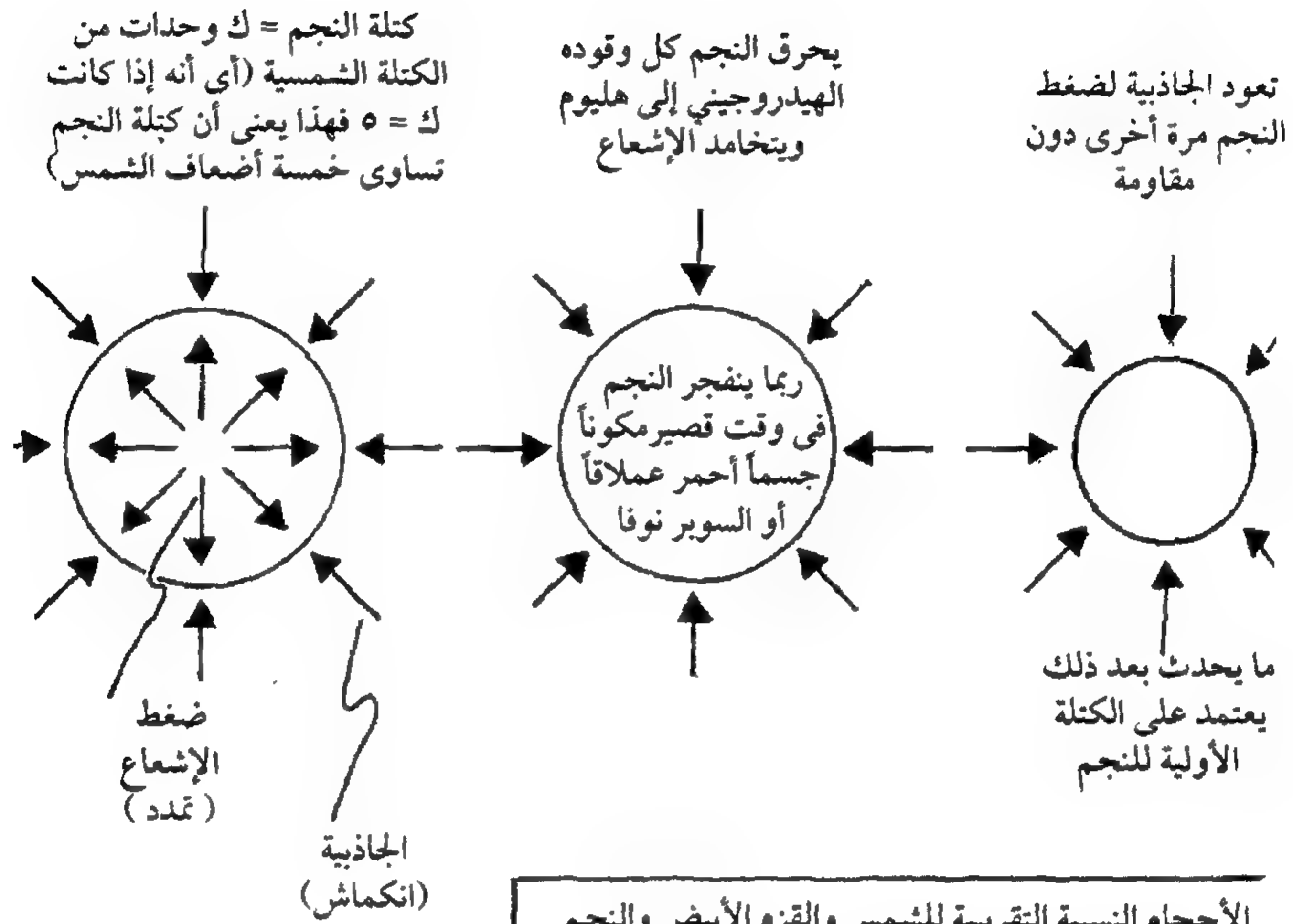








## كيف تنهار النجوم لتكون الأقزام البيضاء والنجوم النيوترونية والثقوب السوداء



الأحجام النسبية التقريبية للشمس والقزم الأبيض والنجم النيوتروني والثقوب السوداء

الشمس	قزم أبيض
قزم أبيض	نجم نيوتروني
نجم نيوتروني	ثقب أسود

يحترق النجم لعدة بلايين السنين في اتزان ديناميكي مشعاً ضوءاً وحرارة.



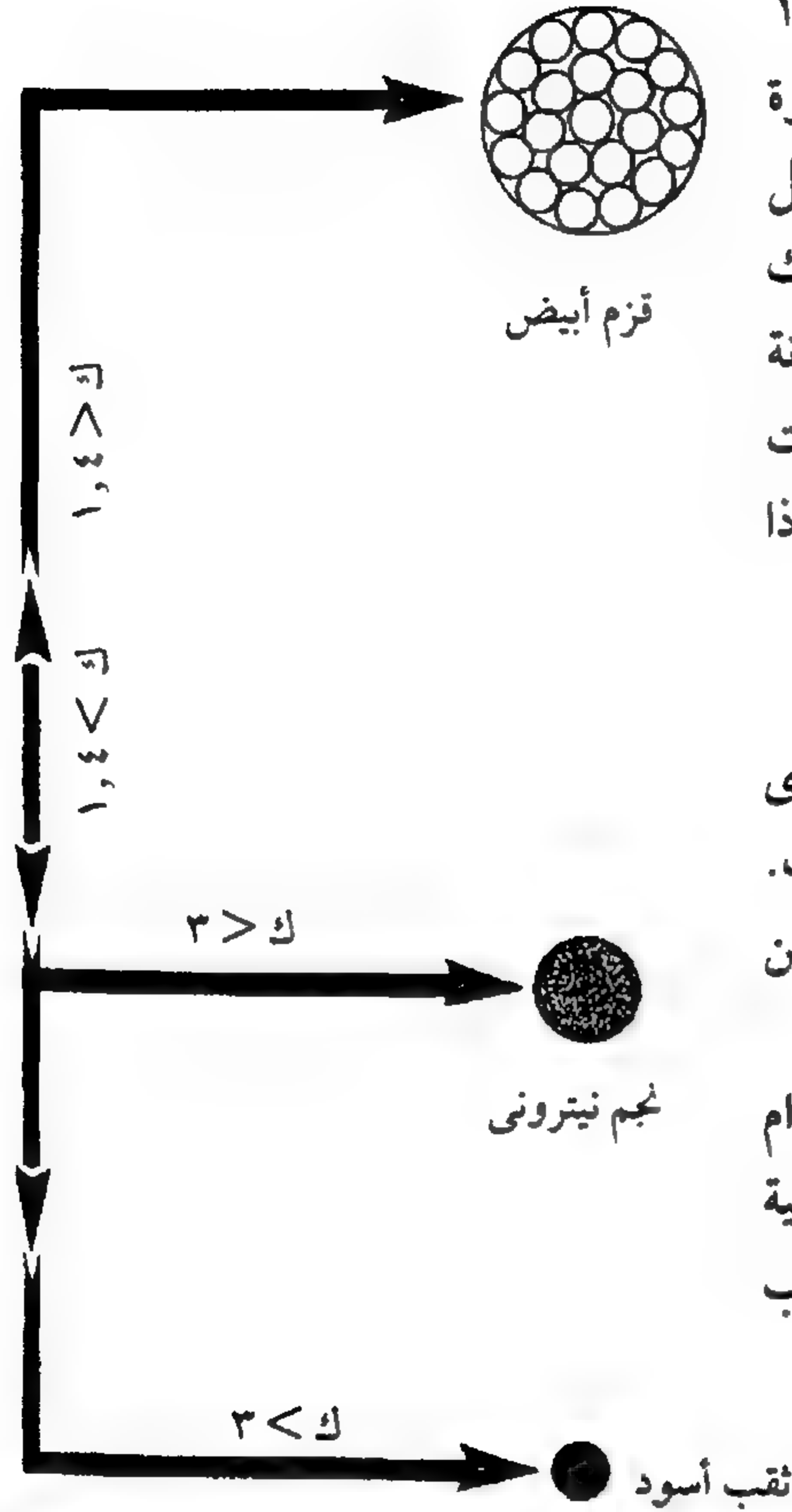
القزم الأبيض (نصف القطر = ١٦٠٠ ميل) إذا كانت  $K$  أقل من ١,٤ ينكمش النجم حتى تتداخل ذرات الغاز. عند ذلك تكون قوى التنافر بين الإلكترونات كافية لوقف عملية الانكماش.

النجم النيوتروني (نصف القطر = ١٦ كم) إذا كانت  $K$  أكبر من ١,٤ تتغلب قوة الجذب على المقاومة الإلكترونية مما يجعل الإلكترونات تسقط في النواة، عند ذلك تندمج الإلكترونات والبروتونات مكونة نيوترونات. ويقوم التنافر بين النيوترونات بوقف الانكماش الناتج عن الجذب إذا كانت  $K$  أقل من ٣.

#### الثقب الأسود

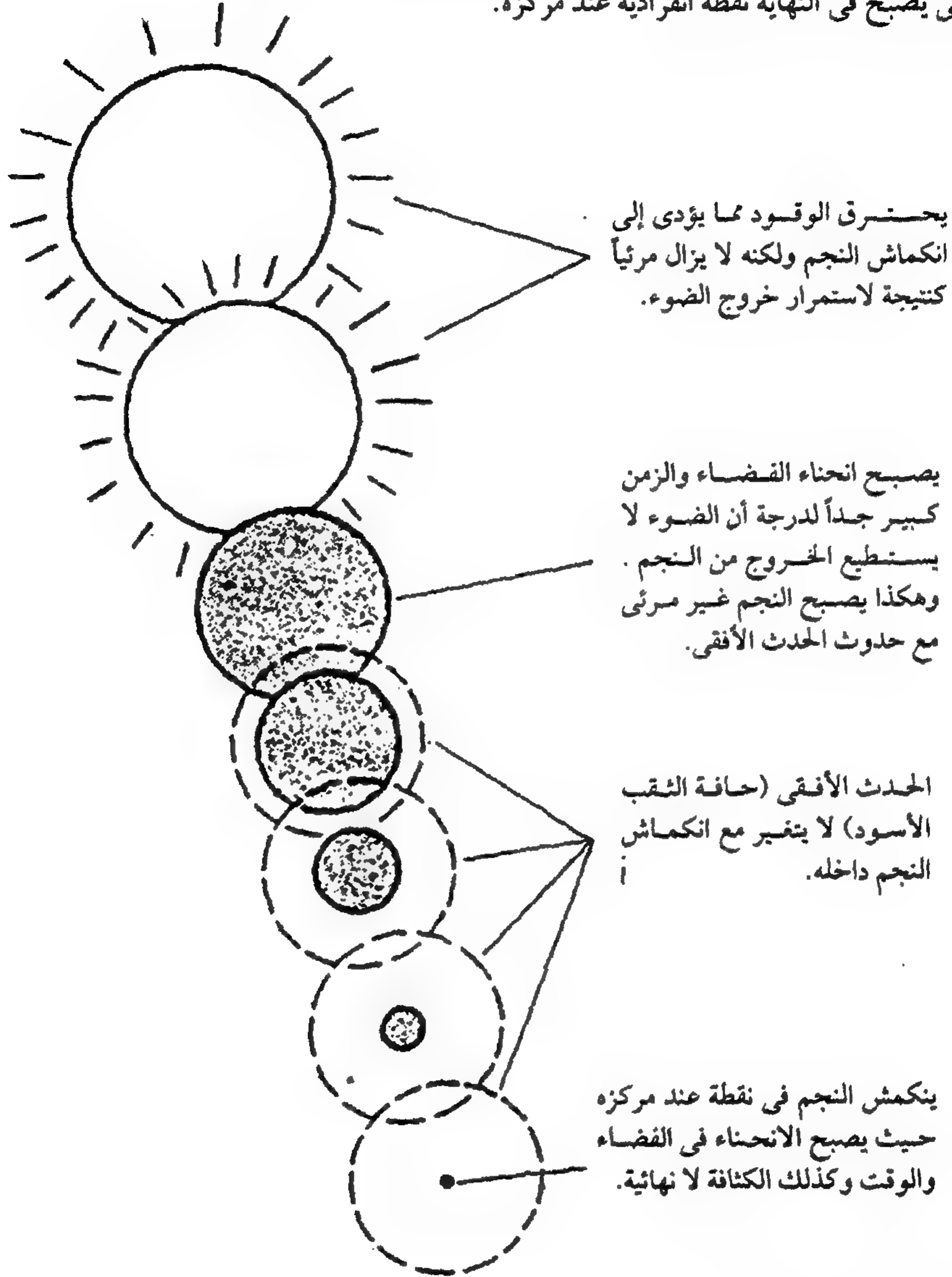
إذا كانت  $K$  أكبر من ٣ لا يستطيع أى شيء وقف الانكماش الناتج عن الجذب. عند ذلك ينهار النجم تماماً ويختفى عن الرؤيا؛ يتكون ثقب أسود.

من الممكن رصد مسارات الأقزام البيضاء والتقاط نبضات النجوم النيوترونية الدوارة، ولكن لا يمكن رؤية الثقوب السوداء بصورة مباشرة.



في حالة الثقب الأسود يكون الجاذب الفضااء كبيراً جداً لدرجة أنه عند نصف قطر معين (يسمى الحدت الأفقي) ينشأ الضوء المسعة عن سطح النجم الذي داخله، وهذا يعني أن الأشعة تدخل إلى النجم بدلاً من الخروج منه، وبذلك يختفي النجم عن الرصد بواسطة أى مشاهد خارجي.

تقوم هذه الدوائر متناقصة الحجم بتوضيح كيفية إحتراق النجم عن طريق نقصان قطره ماراً بمرحلة الحدث الأفقى\* مكوناً الثقب الأسود حتى يصبح فى النهاية نقطة انفرادية عند مركزه.

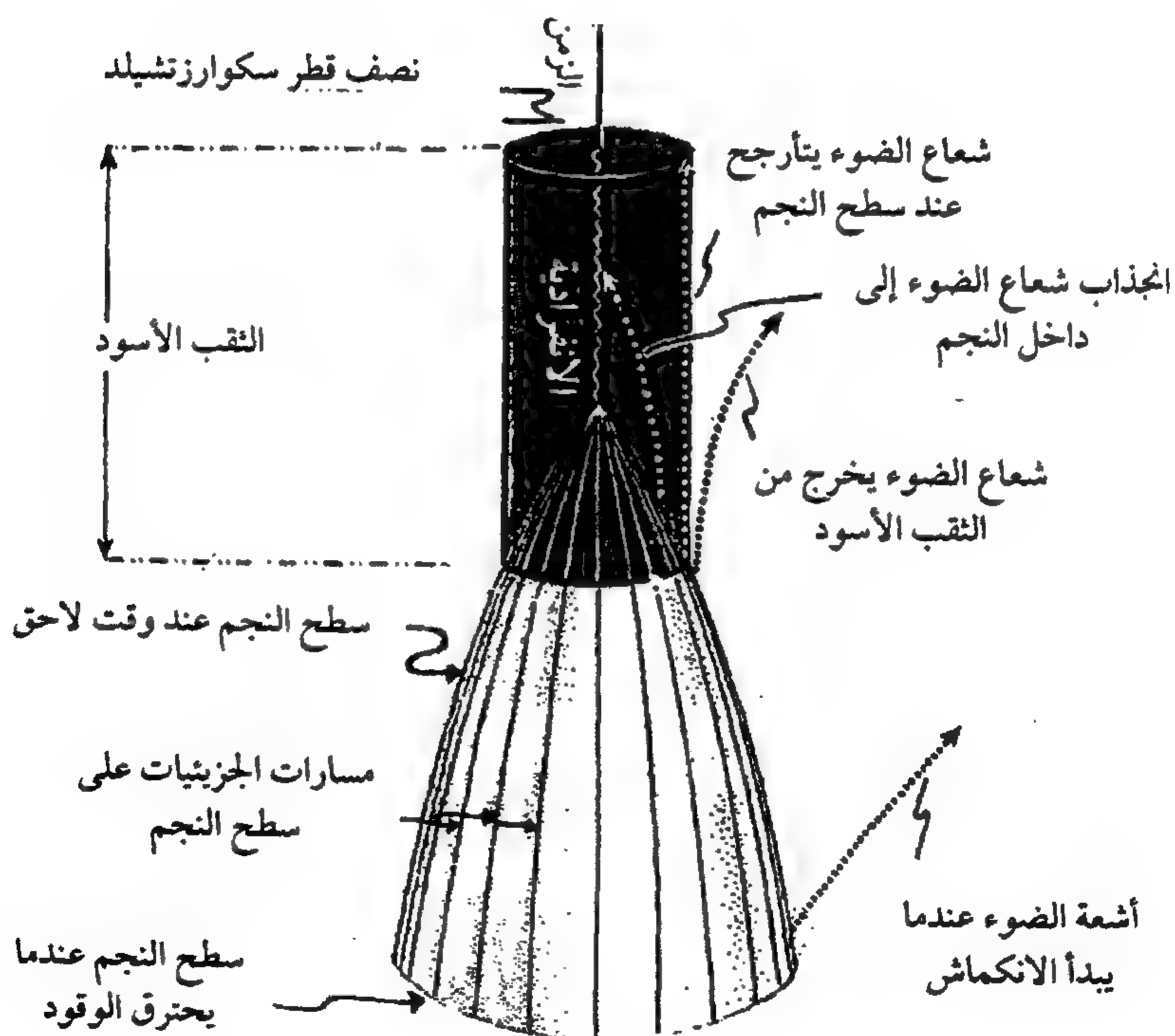


\* هذه الكلمة تعنى توقف الزمن أى أنه مع تغير الزمن تكون الأحداث ثابتة ولا تتغير وذلك نتيجة لعدم تحرك أشعة الضوء عن سطح النجم كما سنرى فيما بعد. (المترجم).



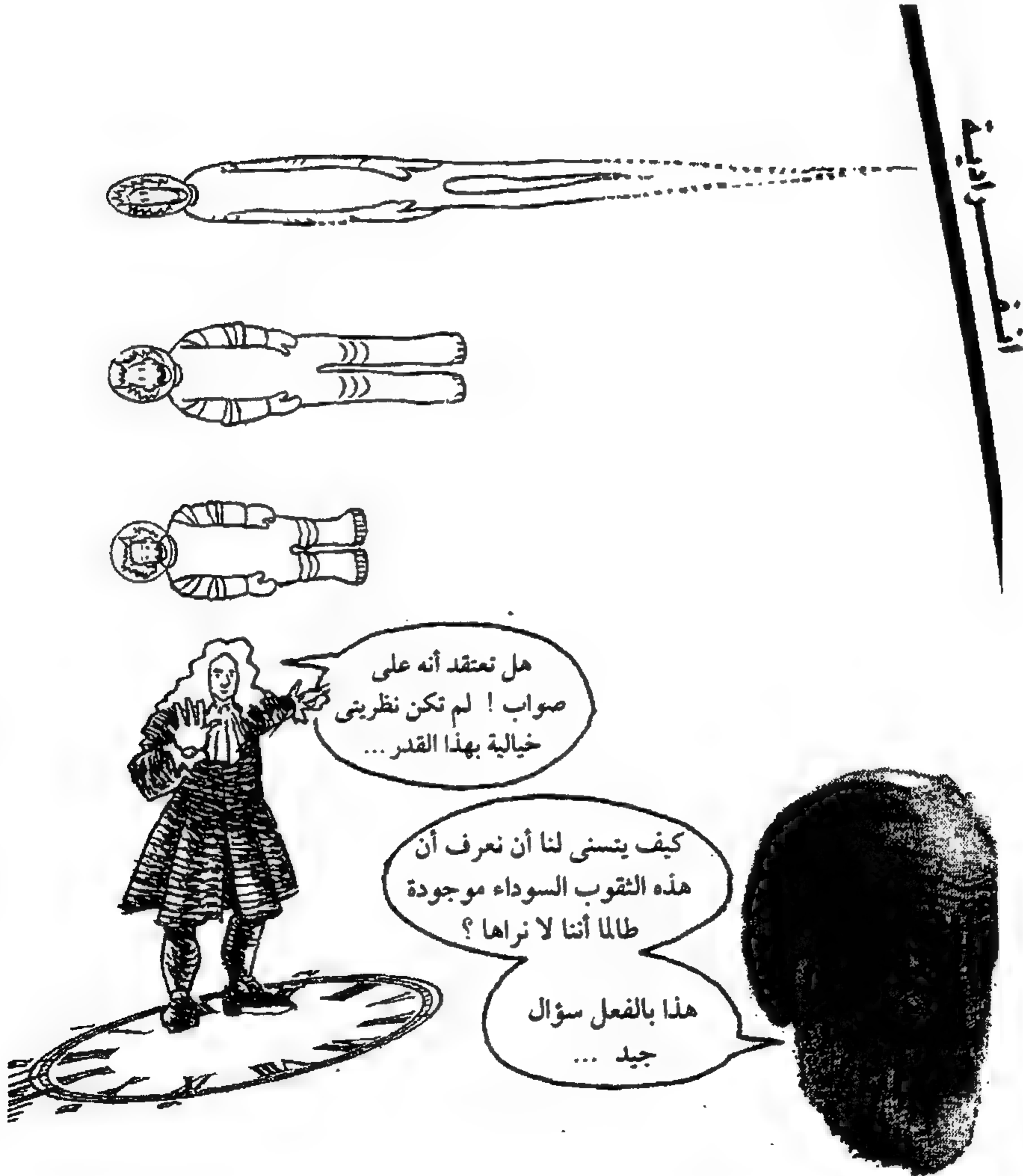
والرسم التالي يوضح نفس المعلومات ولكن في رسمه ثلاثية الأبعاد متضمنة الوقت على الاتجاه الرأسى. وهذا الرسم يوضح انحناء أشعة الضوء وانكماش سطح النجم وهو في طريقه إلى نقطة الانفردية من خلال الحدث الأفقى وانهايار النجم. من الضروري جداً فهم مسار أشعة الضوء من سطح النجم مع مرورها على الحدث الأفقى. قبل تكون الحدث الأفقى مباشرة تنحني أشعة الضوء بقوة كنتيجة لانحناء الفضاء وتستطيع بالكاد مغادرة سطح النجم. وبعد لحظات قليلة عندما يكون النجم فى داخل الحدث الأفقى تنجذب أشعة الضوء إلى داخل النجم باتجاه الانفردية عند المركز.

ولكن بين هاتين النقطتين عندما يكون النجم قد وصل الحدث الأفقى تماماً تكون الجاذبية قوية جداً لدرجة أنها لا تسمح للضوء بالخروج من سطح النجم ولكنها ليست على درجة القوة التى تجعل الضوء ينحني داخل النجم، وهذا يعنى أن أشعة الضوء تحوم عند سطح النجم وهذا هو الحدث الأفقى.



## ماذا يحدث إذا سقط شخص ما داخل الثقب الأسود ؟

يقوم أينشتين وعلماء النسبية بالإجابة على هذا السؤال بطريقة تفوق الخيال العلمي فبناءً على حلول أوبنهايمر وسنايدر أى شخص يدخل خلال الحدث الأفقى لابد وأن يبلغ نقطة الانفرادية بنتائج مشئومة. فسوف يخضع لعمليات شد وضغط متتالية حتى يصل إلى مركز الثقب الأسود، وحينها سيشتد جسده بطريقة لا نهائية ليصبح لا نهائى الطول وينضغط سمكه وعرضه إلى الصفر مشابهاً الإسباجيتى ! وحتى ذرات جسده سوف يحدث لها نفس الشيء !



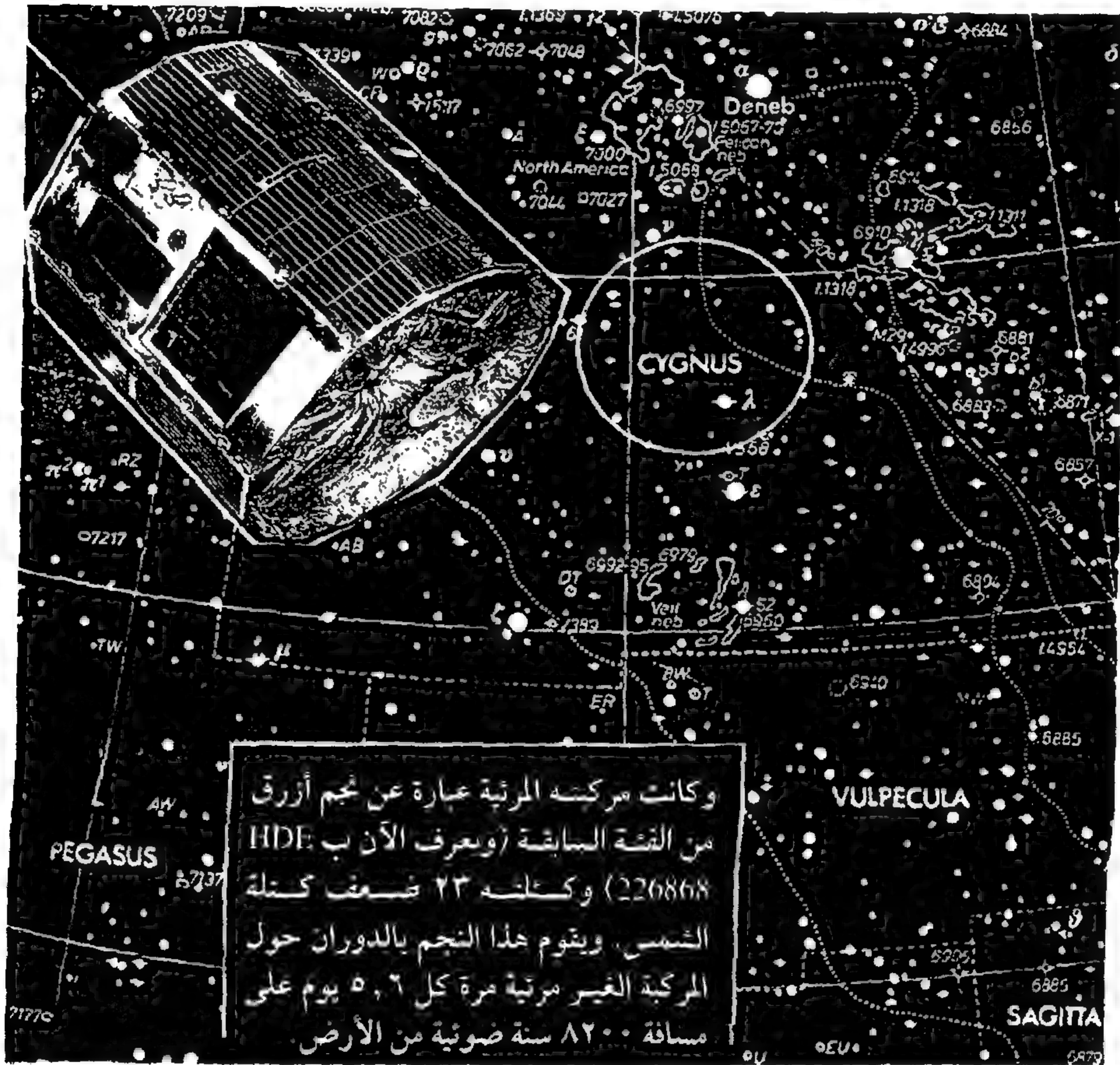


## الدليل الرصدى للثقوب السوداء

ذكر ستيفن هوكينج أن هناك الآلاف والآلاف من الثقوب السوداء فى مجرة الطريق اللبنية وحدها، ولكن حتى هذا اليوم لم يتمكن أى فلكى من ملاحظة اختفاء أى نجم معروف. ولكى نقوم برصد الثقب الأسود لابد من استخدام طرق غير مباشرة مثل رصد نظام نجمى مزدوج يتكون من نجمين أحدهما مرئى والآخر غير مرئى (أى ثقب أسود). وقد كان لجون ويلر استعارة بليغة لهذا النظام.



فى ديسمبر عام ١٩٧٠ تم إطلاق قمر الأشعة السينية «أورنو» من سواحل كينيا. وكان علماء الفلك على وشك استخدام جزء آخر من الطيف الكهرومغناطيسى لاختبار السماء بدقة. وفى خلال سنتين تم التقاط ٣٠٠ مصدر للأشعة السينية. وكان أحد هذه المصادر موجوداً فى المجموعة النجمية سيجناس (والتي تسمى الآن (سيجناس X-١)) يشبه تماماً النظام النجمى المزدوج الذى كان ينتظره المتحمسون للثقب الأسود.



وبواسطة التقدير الجيد لكتلة وفترة دوران HDE 226868 تمكن علماء الفلك من حساب كتلة الجزء غير المرئى لتكون ١٠ أضعاف كتلة الشمس. وهى كبيرة جداً ولا يمكن أن تكون نجم نيترونى ، لذلك فهى ثقب أسود.

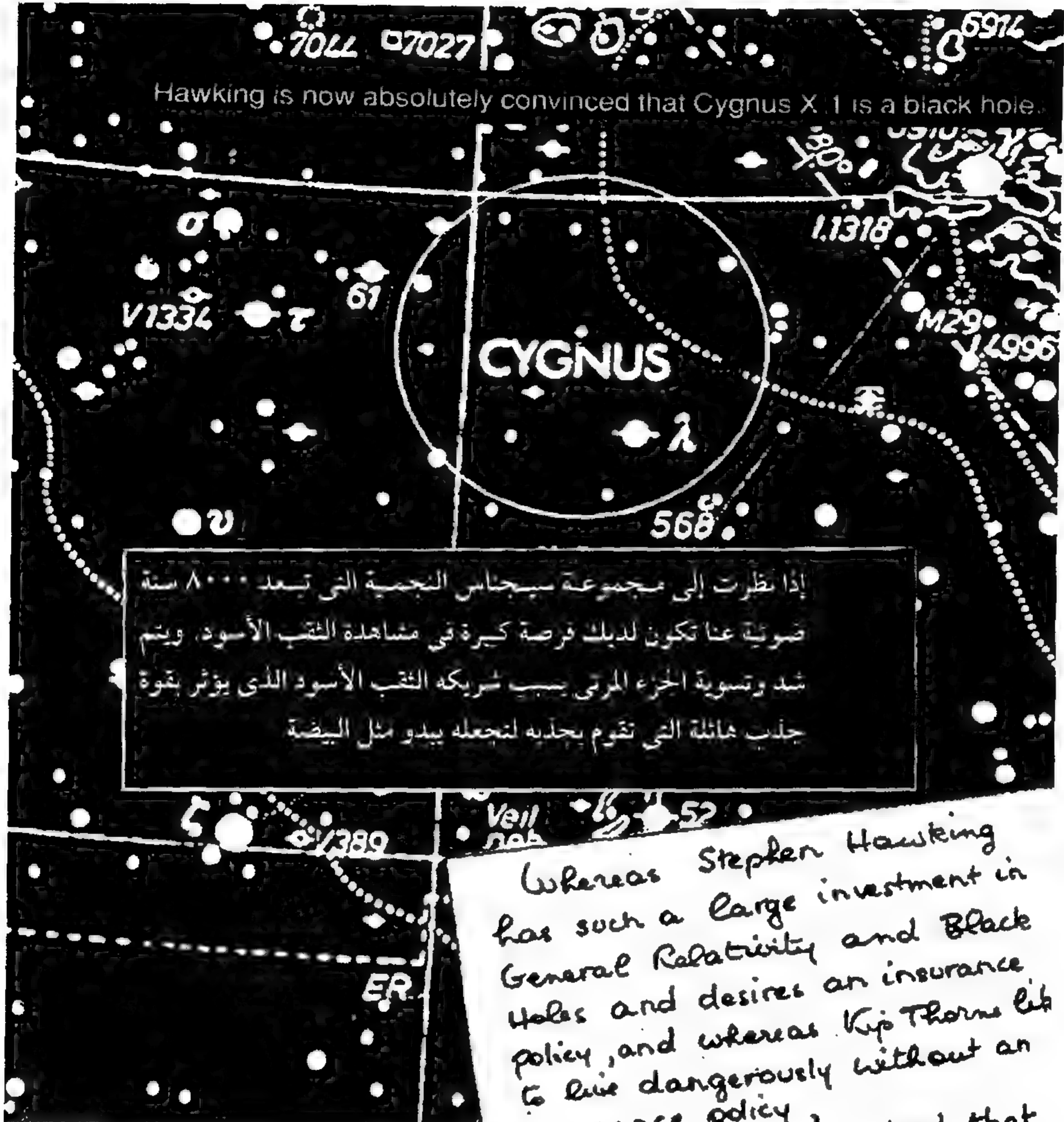


عند ذلك قام العلماء النظريون بتطوير نموذج لوصف الأشعة السينية. وقد اعتقدوا أن الثقب الأسود يقوم بمص المادة من شريكه المرئي صانعاً بذلك قرصاً إصاقياً حول نفسه. وتقوم الأجزاء الداخلية الساخنة والتي تتحرك بسرعة الضوء تقريباً بعمل نبضات مفاجئة من الأشعة السينية قبل اختفاء هذا الجزء الحلزوني من المادة داخل الثقب الأسود. ومنذ اكتشاف سيجناس X-1 تم إطلاق قمر صناعي يعمل بالأشعة السينية آخر في عام ١٩٧٨ يسمى آينشتين. وقد قام هذا القمر برصد أكثر من ١٠٠٠ مصدر للأشعة





ويقنع هوكنج تماماً الآن بأن سيجناس X-1 هو ثقب أسود.

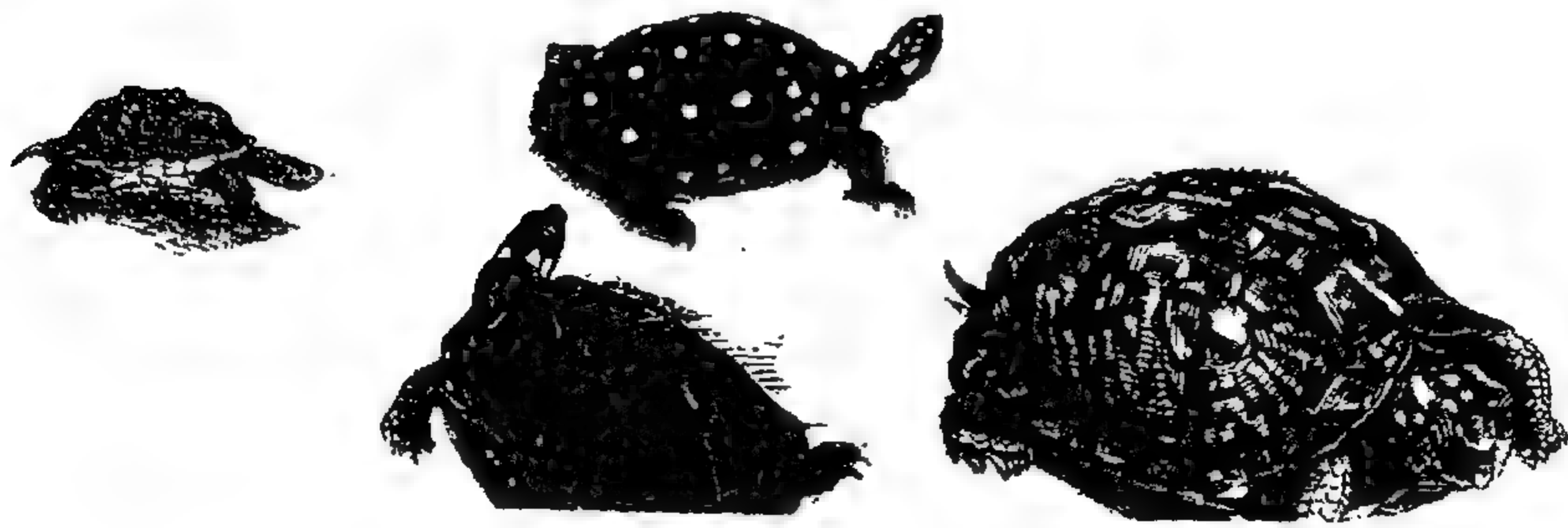
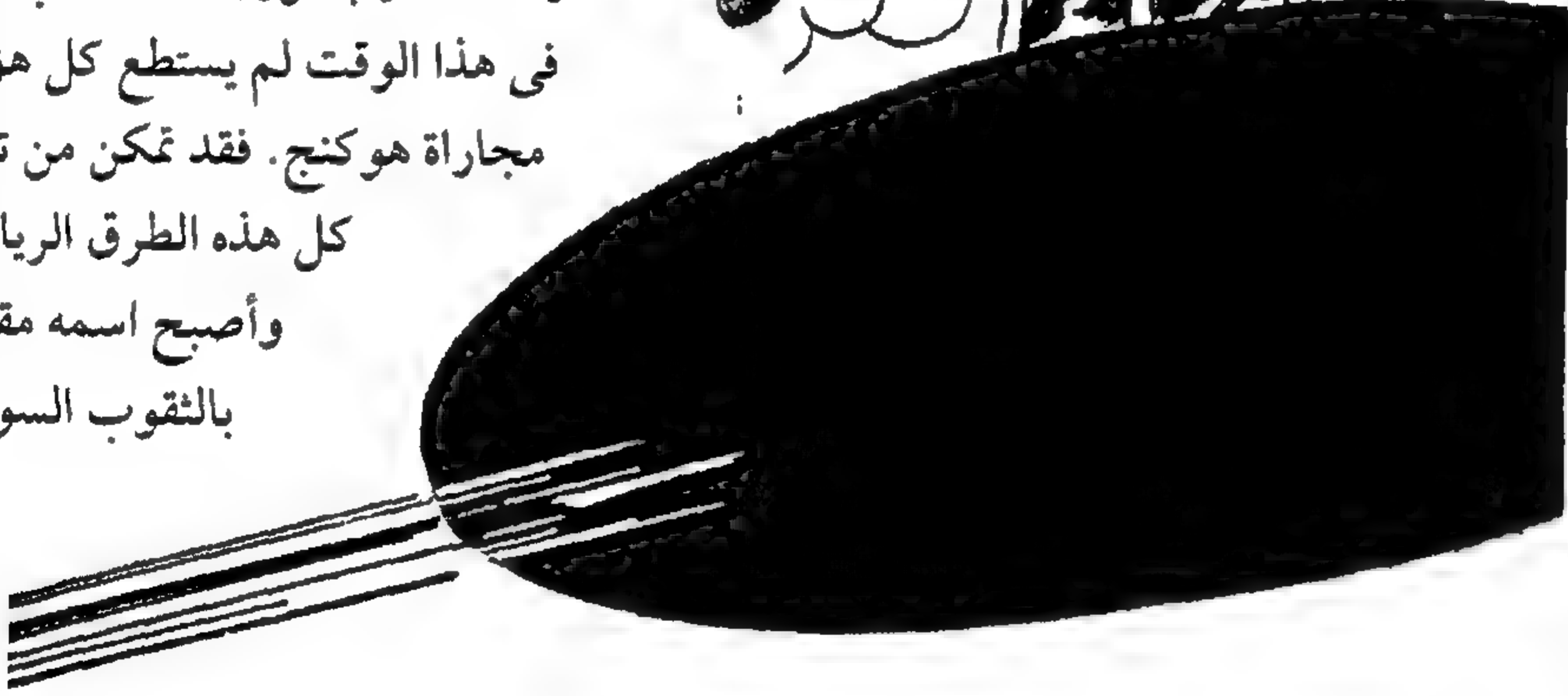


نص الحوار الذي دار بين ستيفن  
هوكنج وكيب ثورن حول كون  
سيجناس X-1 ثقب أسود.



## السبعينات : هوكنج والثقوب السوداء

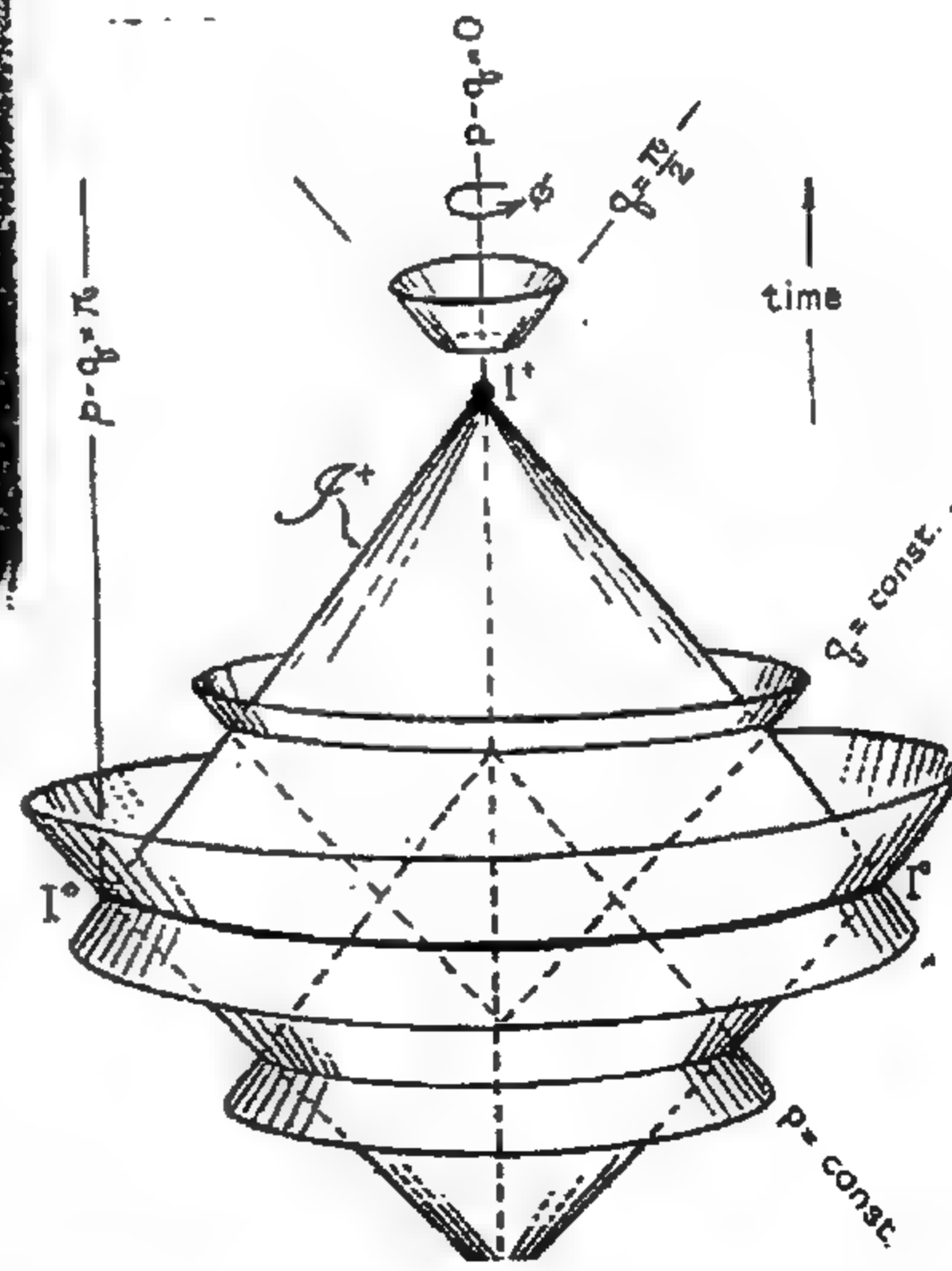
فى بداية السبعينات سادت النسبية العامة والثقوب السوداء. وكان هوكنج فى هذه الأحيان يحتاج إلى مشاية ذات أربع أرجل لكى يتزن فى حركته. وكان يعمل باستقلال ويختار شركائه فى العمل من جميع أنحاء العالم. قام هوكنج بتطبيق الأساليب الرياضية المتقدمة التى وضعها بنروز (من الطبولوجى) على خصائص الثقوب السوداء. ولم يستطع جون ويلر ومجموعته البحثية فى برينستون وزيلدوفيتش ومجموعته فى موسكو وكذلك كيب ثورن أحد طلاب ويلر فى هذا الوقت لم يستطع كل هؤلاء مجاراة هوكنج. فقد تمكن من تسيد كل هذه الطرق الرياضية وأصبح اسمه مقروناً بالثقوب السوداء.



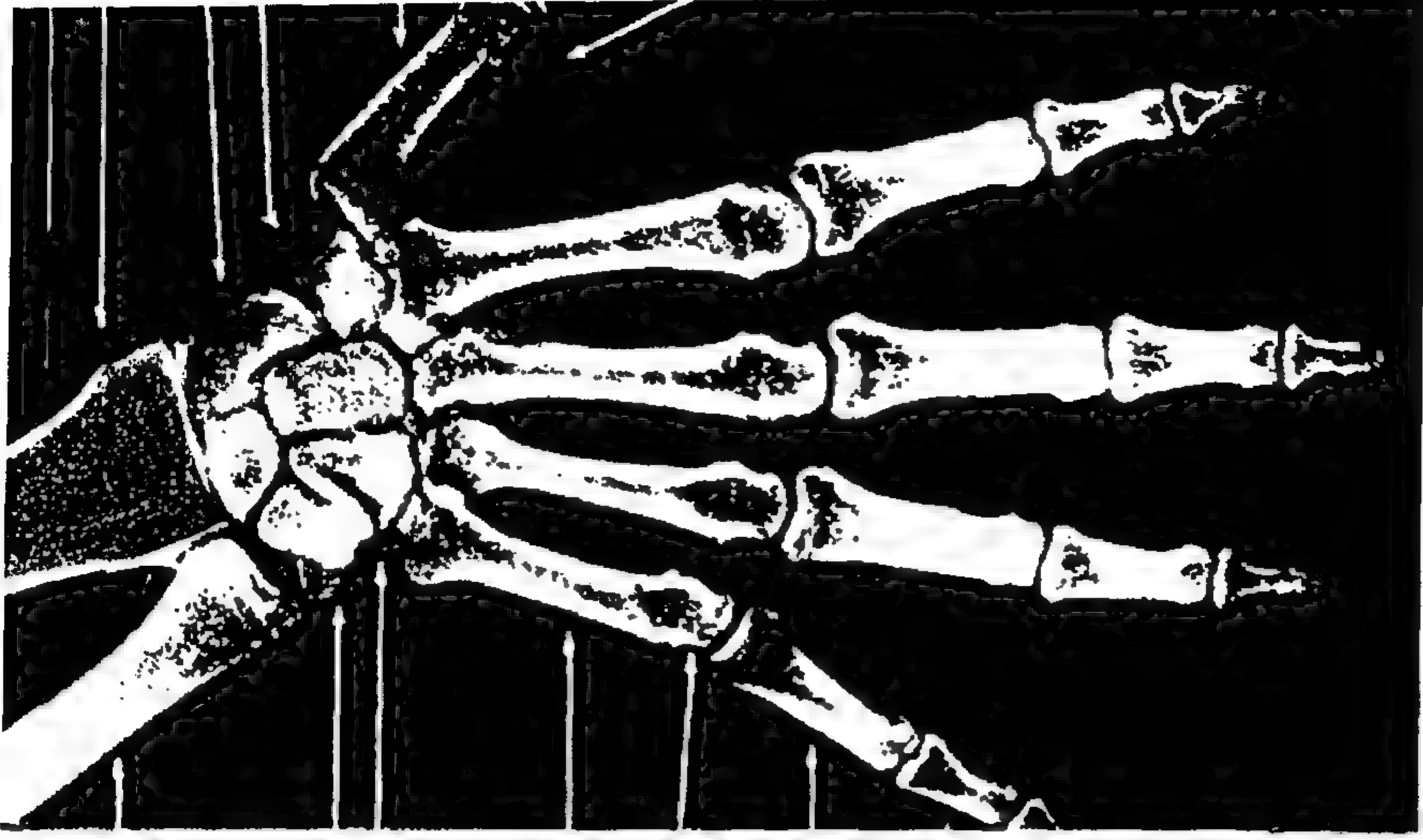
اصبح ثورن صديقاً حميماً لهوكنج ولاحظ تطوره عن قرب.

فى نوفمبر ١٩٧٠ كان ستيفن يخطو أولى خطواته الواسعة كفيزيائى وكان له العديد من الاكتشافات الهامة بالفعل، ولكنه لم يكن رمزاً شائعاً. ومع بداية السبعينات لاحظنا أنه أصبح شائعاً. ومع وجود معاناته المرضية كيف تمكن من التغلب فى التفكير والبدئية على زملائه ومنافسيه أمثال روجر بنروز وفرنر إسرائيل وياكوف بوريسوفيتش زيلدوفيتش؟!

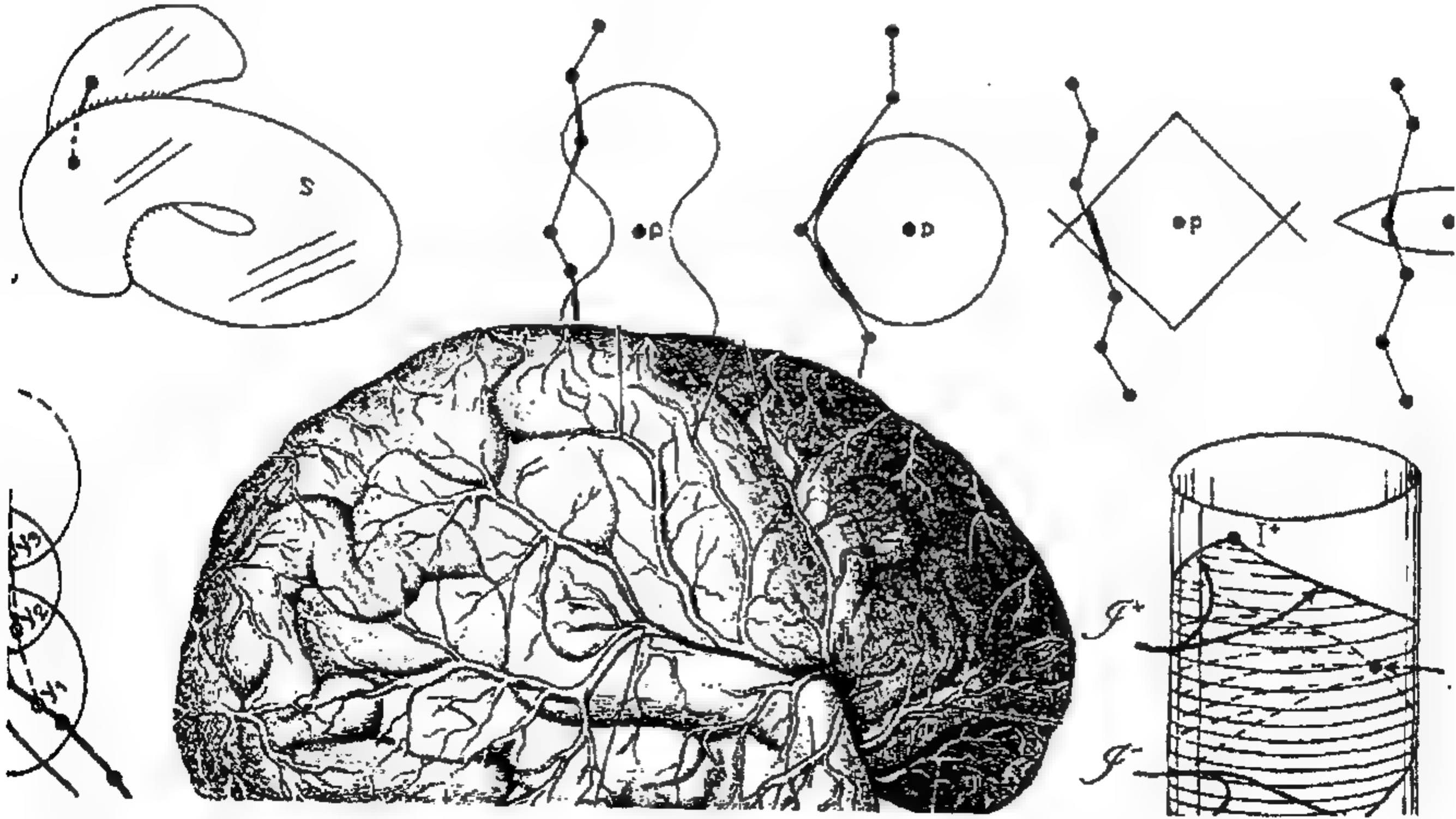
لقد كانوا يستخدمون أيديهم فيستطيعون أن يرسموا أشكالاً ويكتبوا حسابات طويلة فى أوراقهم والتي يقوم الشخص فيها بالتوصل إلى نتائج مرحلية ثم يعود ليستخدم هذه النتائج ويدمجها ليحصل على الحل النهائى، وهى حسابات لا أصدق أن أى شخص يستطيع أن يؤديها بيده.





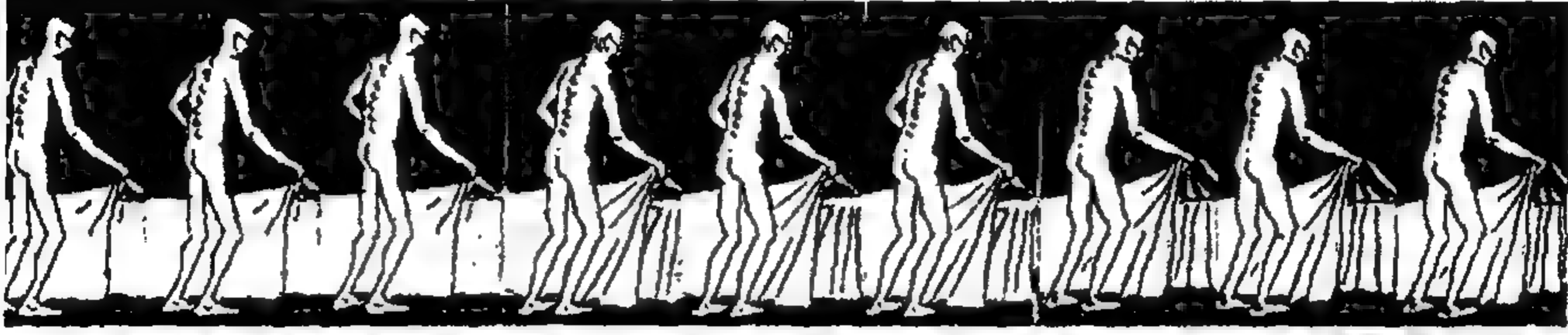


ولقد اتضح أن أشكال ومعادلات هوكنج العقلية مفيدة جداً وفعالة في بعض الحالات وأقل فاعلية في بعض الحالات الأخرى، وبالتالي لقد تعلم تدريجياً كيف يقوم بالتركيز في المشاكل التي يمكن أن تحل بفاعلية تامة باستخدام طرقه الرياضية. ومع بداية السبعينات كانت أيدي هوكنج قد شلت لدرجة أنه لا يستطيع أن يرسم شكلاً ولا حتى يكتب معادلة. وبذلك كان عليه أن يقوم بإكمال بحثه كله في رأسه. ولكن لأن شلل يديه كان تدريجياً فقد كان لهوكنج الفرصة الكافية لكي يتحول تدريجياً ويدرب عقله على التفكير بأسلوب مختلف عن عقول علماء الفيزياء الآخرين. وكان يفكر في أنواع جديدة من الأشكال العقلية البديهية والمعادلات العقلية التي تحل محل الرسم باستخدام الورقة والقلم وكتابة المعادلات بالنسبة له.



## لحظة الإلهام عند هوكنج

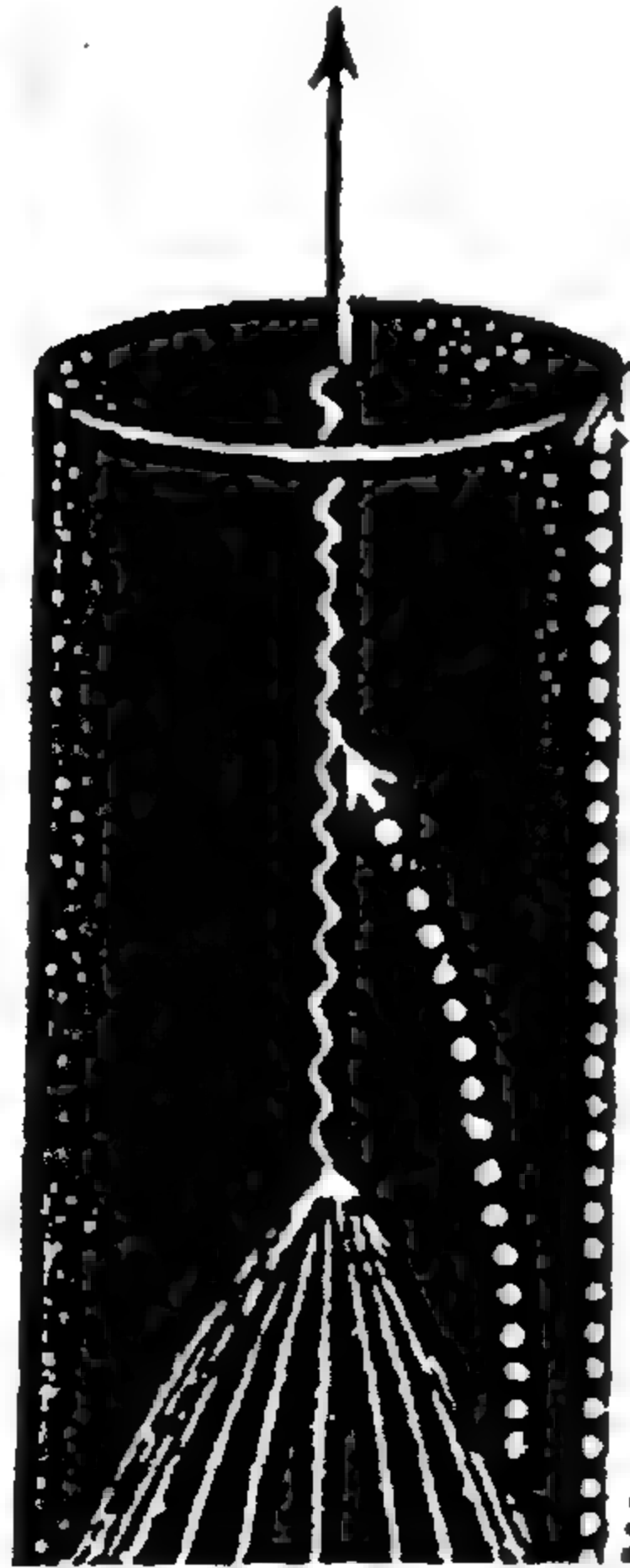
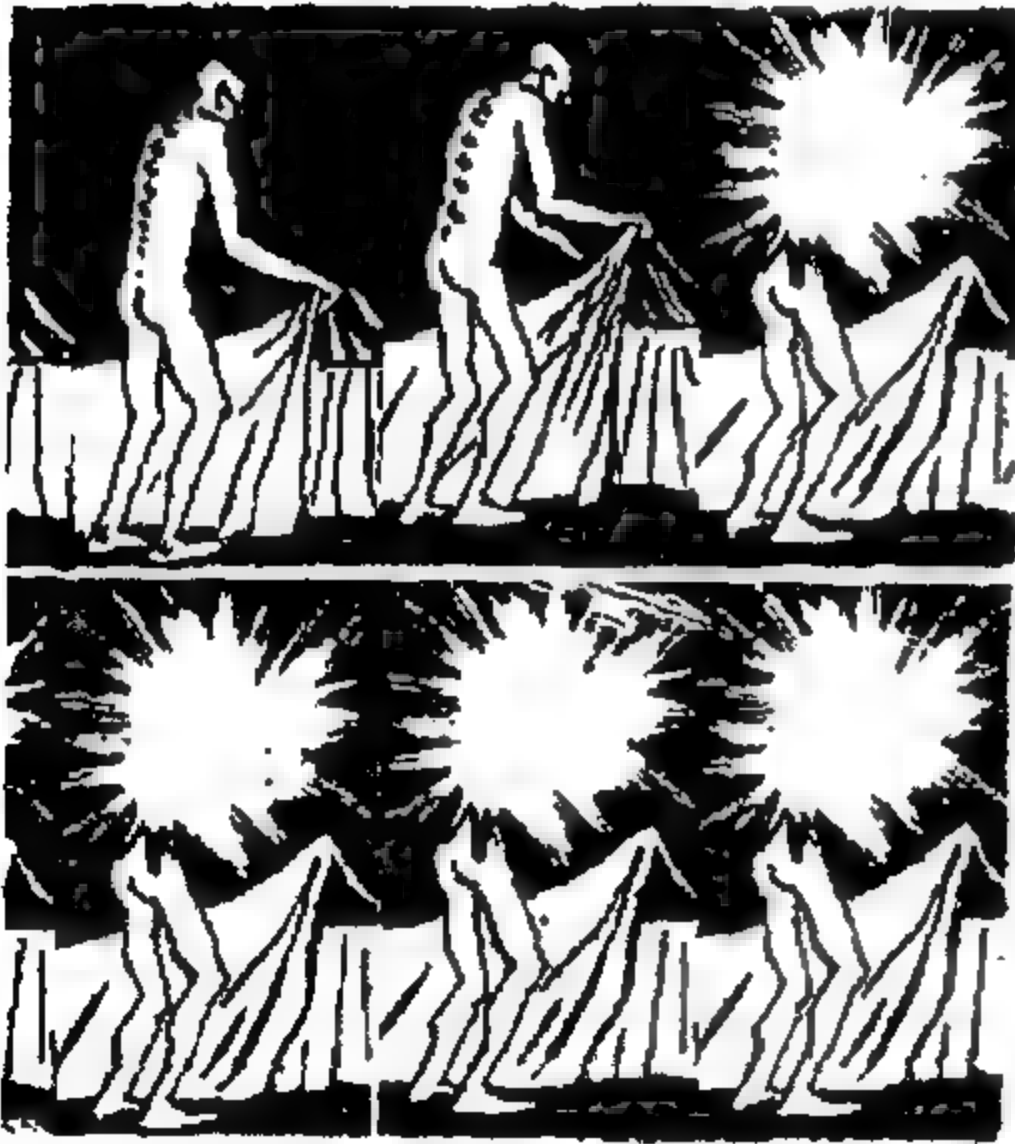
واحدة من المشاكل التي استخدم هوكنج فيها الصور العقلية ليتصورها كانت دراسة المساحة السطحية للثقوب السوداء، والتي بدأت كمشكلة خفية في ديناميكا الثقوب السوداء ثم أدت إلى أعظم اكتشاف في الفيزياء. ومثلما تذكر أينشتاين أسعد تفكير له يستطيع هوكنج أن يتذكر بالضبط ماذا كان يفعل عندما أتت إليه جرثومة أفضل الأفكار.



في أحد الليالي في نوفمبر عام ١٩٧٠ بعد مولد ابنتي لوسي بقليل كنت قد بدأت في التفكير حول الثقوب السوداء حينما أويت إلى فراشي. وقد أدى عدم قدرتي على التحرك إلى جعل هذا التفكير يسير ببطء لذلك أخذت وقتاً طويلاً.

لقد لمعت في رأسي فكرة أن مساحة سطح الثقب الأسود لا يمكن أن تقل أبداً، مع الأخذ في الاعتبار مسار أشعة الضوء التي تحوم عند الحدث الأفقي لثقبين أسودين.

ولم يكن يحتاج للورقة والقلم ولا حتى للكمبيوتر فقد كانت الصورة مرسومة في رأسي.



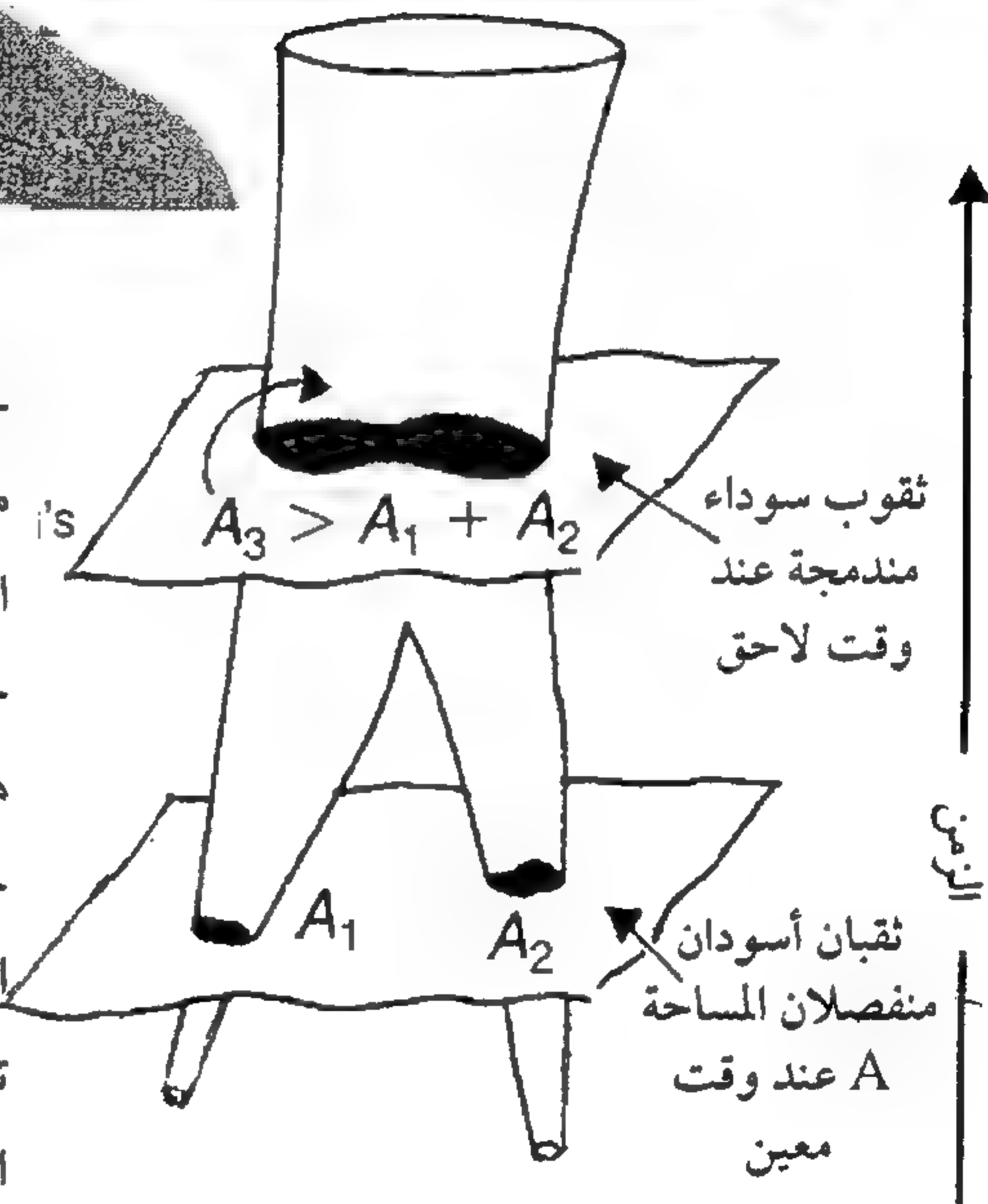




لا يمكن أن تقترب الأشعة الضوئية المكونة للحدث الأفقي حدود الثقب الأسود من بعضها. ونتيجة لذلك ربما تظل مساحة الحدث الأفقي (سطح الثقب الأسود) ثابتة أو تزداد مع الوقت ولا يمكن أن تنقص أبداً.

وإذا كان غير ذلك فهذا يعني أن بعض الأشعة الضوئية عند حدود الثقب الأسود يجب أن تقترب وهو غير ممكن!

ربما لا تبدو هذه الجملة استثنائية حيث إنه لا يمكن أن يخرج أى شيء من الثقب الأسود ويمكن لأى شيء الدخول فيه، فكيف يمكن أن يقل حجم الثقب الأسود؟ ولكن فكرة هوكنج كانت أكثر عمومية من ذلك، حتى لو التقى ثقبان واندمجا تكون المساحة الكلية دائماً أكبر من ١ أو تساوى على الأقل مجموع مساحتي الثقبين معاً. وقد نشر نتائجه هذه.



مساحة سطح الثقب الأسود يمكن أن تزداد فقط أو تبقى كما هي، ولكنها لا يمكن أن تقل.

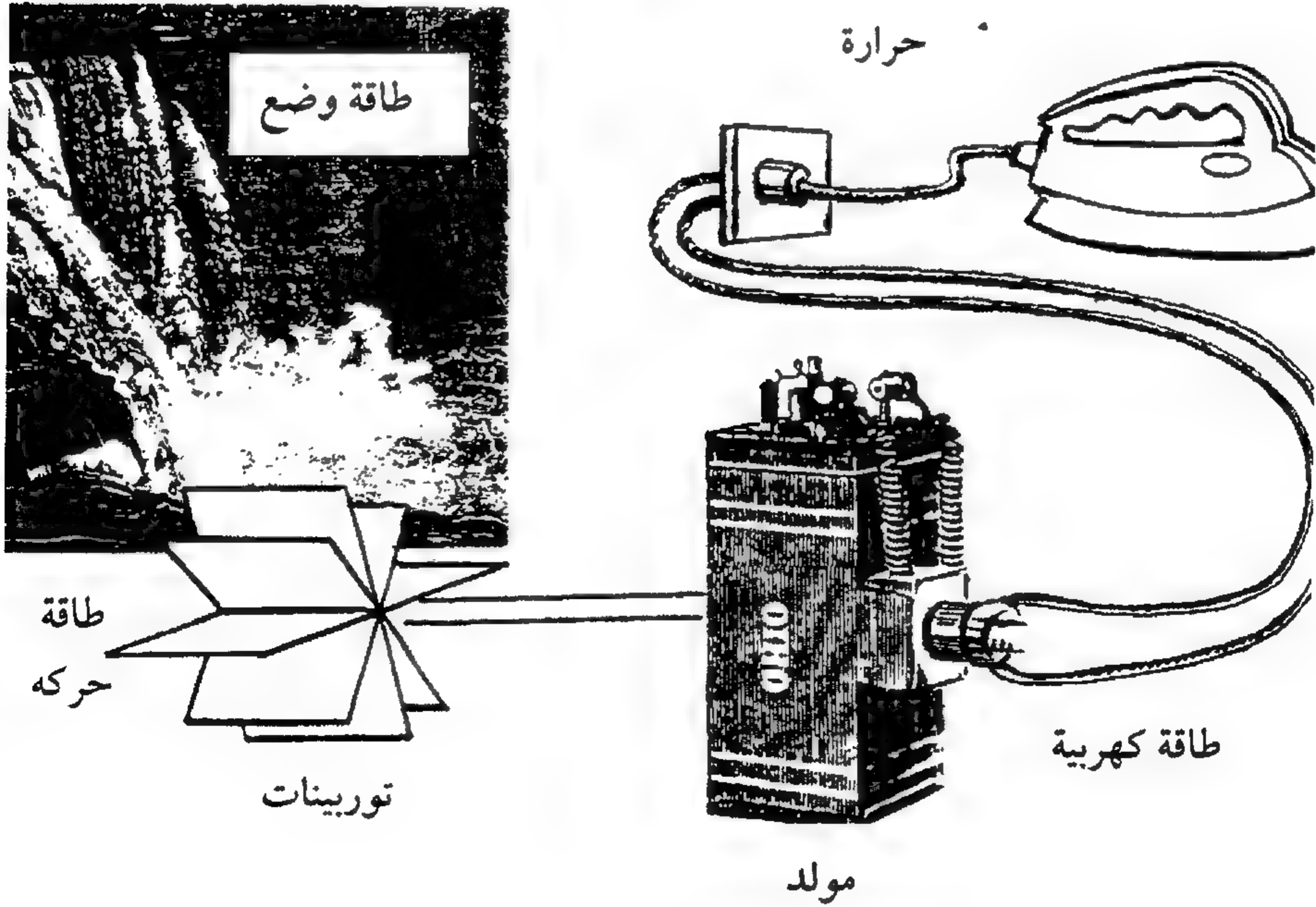
### قانون هوكنج لزيادة المساحة

هذه الجملة ... لا يمكن أن تتناقص ... جعلت العلماء يفكرون في الحال في الانتروبي (مقياس عدم الانتظام) الذي يظهر في القانون الثاني للديناميكا الحرارية : الانتروبي لأي نظام يمكنه فقط أن يبقى ثابتاً أو يزداد ولكنه لا يمكن أن يتناقص ... لأن النظام معزولاً وترك ليصل إلى الاتزان).

هذا القانون له تاريخ شيق جداً وبالفعل هو شيء تحتاج لمعرفته

### قوانين الديناميكا الحرارية

خلال القرن التاسع عشر تم تطوير مجموعة من العلاقات الرياضية بواسطة علماء الكيمياء والجيولوجيا والفيزياء والتي أدمجت العديد من المبادئ المتباينة في قوانين قوية قليلة . وقد تم توضيح أن أشياء مثل الحرارة وطاقة الحركة هي عبارة عن صور مختلفة لنفس الشيء (الطاقة) التي استخدمت بالفعل في وصف التأثيرات الكهربائية والكيميائية والمغناطيسية. الطاقة الكلية المتاحة في الكون (أكبر الأنظمة المعزولة) ثابتة ويمكن أن تتحول من صورة لأخرى . هذا هو نص القانون الأول للديناميكا الحرارية





والقانون الثانى للديناميكا الحرارية أكثر بساطة فى مظهره ولكنه عميق فى معناه. وقد  
وضح هيرمان فون هيلمهولتز فى محاضرة ألقاها عام ١٨٥٤ أنه بمرور الوقت تتحول كل  
الطاقة إلى حرارة عند درجة حرارة منتظمة وعندها تتوقف كل العمليات الطبيعية. وهذا هو  
مبدأ الموت الحرارى للكون المبني على مبدأ تبديد الطاقة.  
وهناك طريقة أخرى لتعريف هذا المبدأ اقترحها عالم الفيزياء الألمانى رادولف سليزيوس  
فى عام ١٨٦٥ .



وقد وضح أن الانتروپى الكلى لنظام ما يزداد دائماً كلما انتقلت الحرارة من جسم  
ساخن إلى آخر بارد. وهو يزداد أيضاً مع تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة داخلية (حرارية)  
كما فى بعض عمليات التصادم والاحتكاك.

وقد تم تعريف الانتروبي بطريقة أكثر عمومية بواسطة عالم الفيزياء الأسترالي لدويج بولتزمان في ١٨٧٨ .





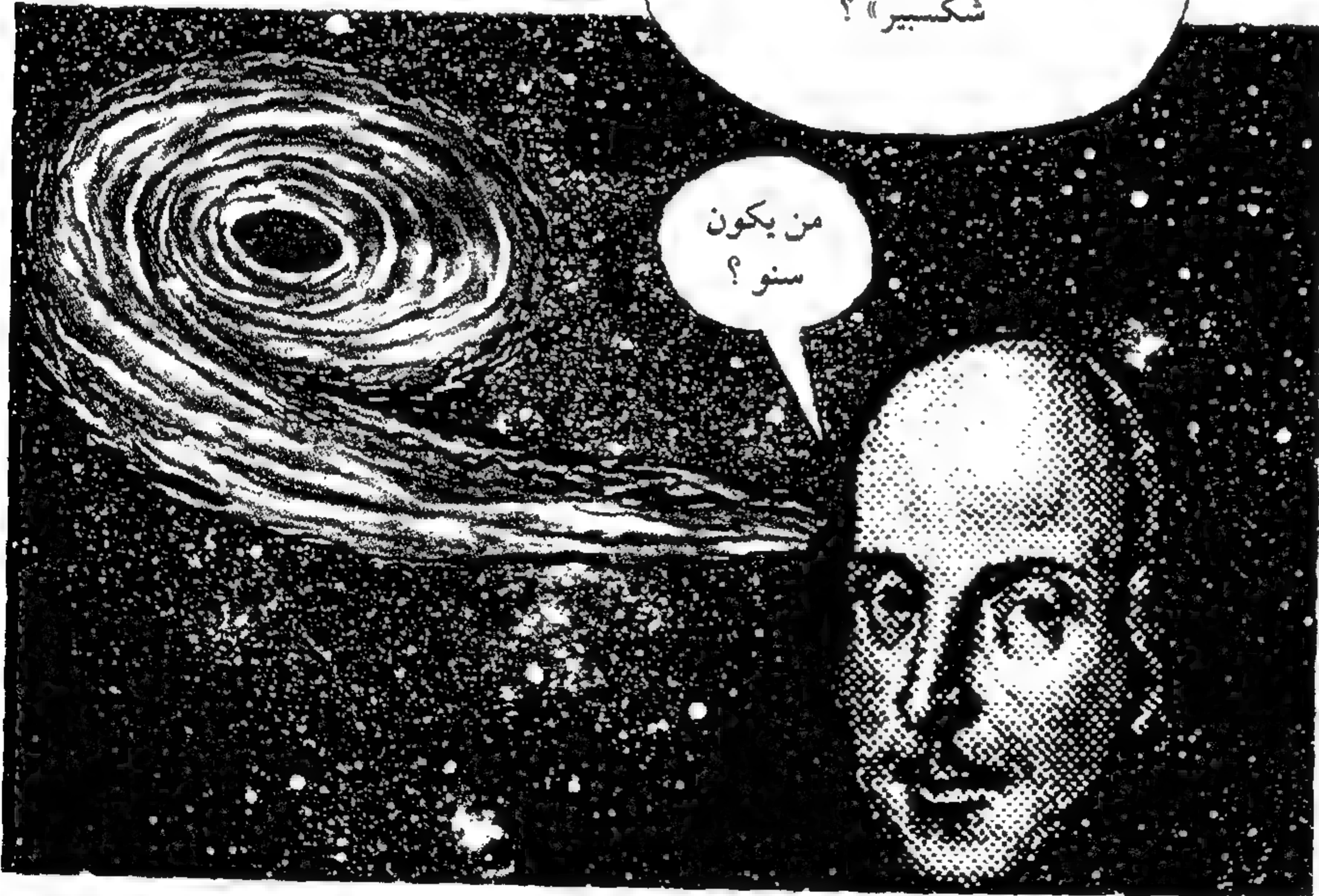
ما أهمية القانون الثانى للديناميكا الحرارية ؟ فيجب ألا يقل شيوع هذا السؤال بيننا عن أحد مؤلفات وليام شكسبير كما أشار الكاتب سنو فى كتابه الشهير «الحضارتين والثورة العلمية».



دائماً ما يطلق علماء الإنسانيات  
ضحكة ساخرة عندما يسمعون أن  
أحد العلماء لم يقرأ أبداً أحد  
أعمال الأدب الإنجليزى ويطلقون  
عليه المتخصص الجاهل !

وبغضب شديد سألت إن كان أحدهم  
يعرف معنى القانون الثانى للديناميكا  
الحرارية، وكانت الإجابة سلبية.

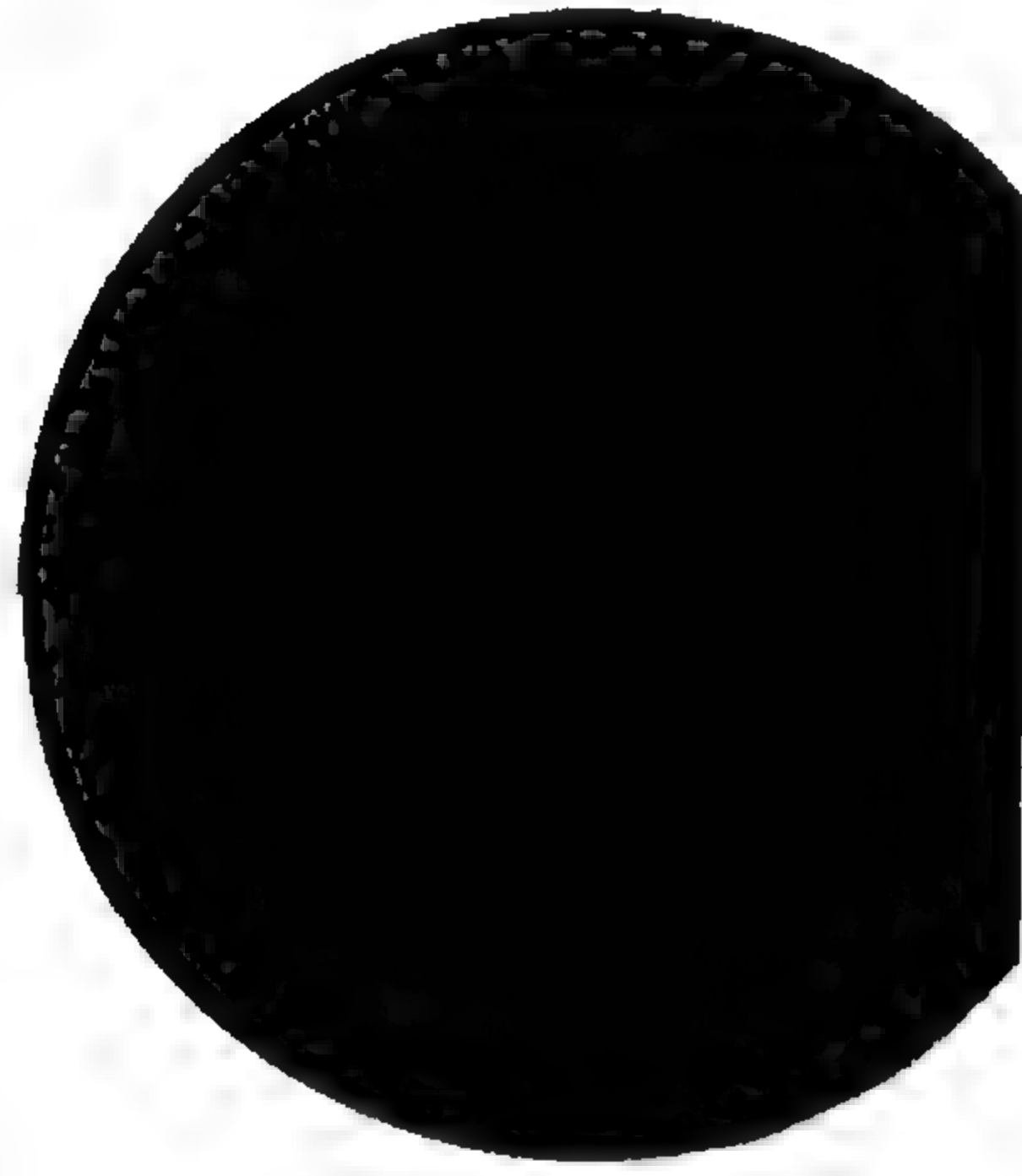
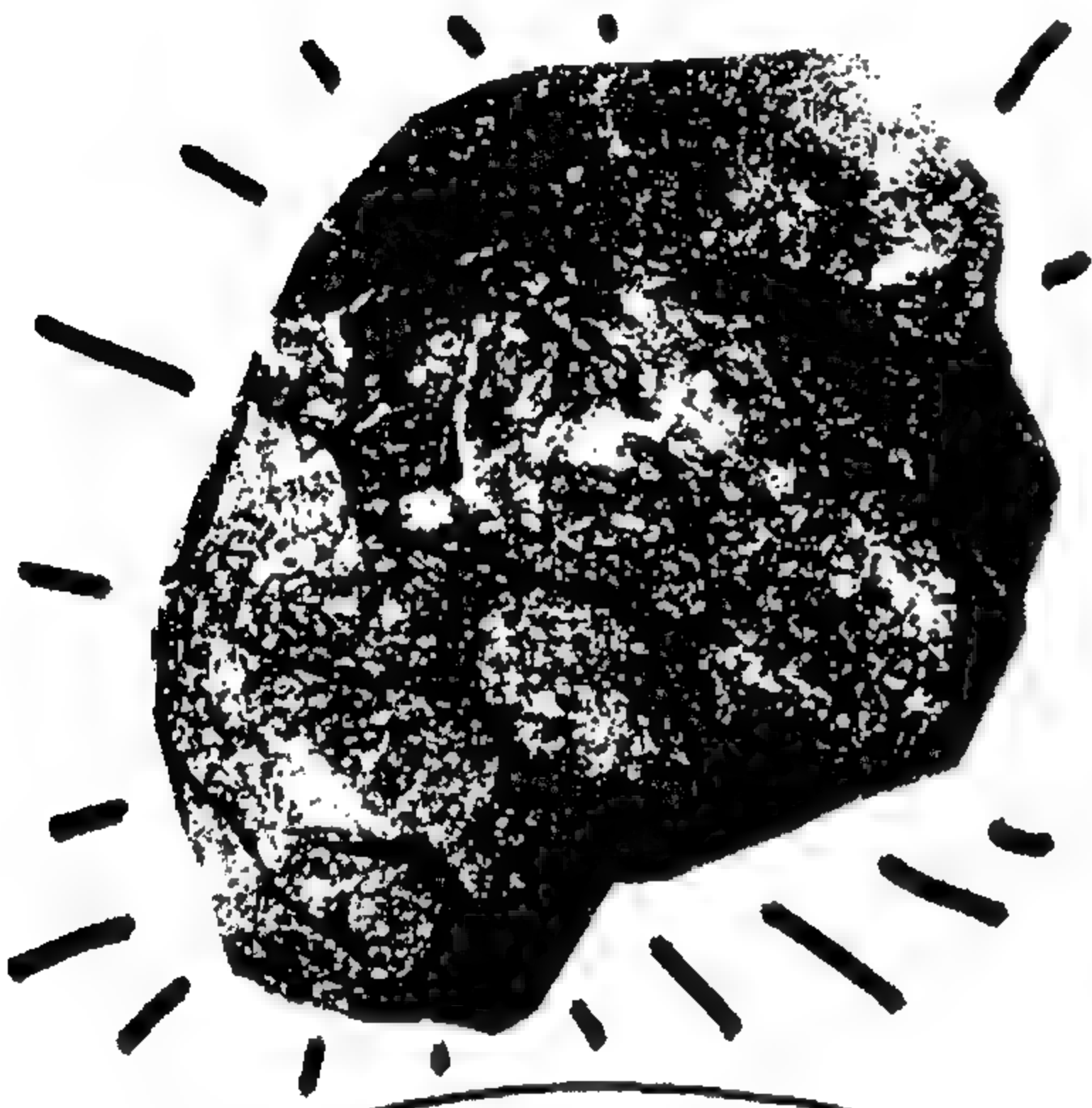
لقد سألت سؤالاً علمياً مكافئاً  
للسؤال «هل قرأت أحد أعمال  
شكسبير» ؟



من يكون  
سنو ؟

### والآن نعود للثقوب السوداء ...

عندما تصل الأجسام إلى اتزان حرارى يكون لها درجة حرارة، وبالتالي يجب أن تطلق إشعاعاً حرارياً، أى تتبادل الطاقة مع المحيط من حولها. ولكن كل واحد يعرف أن الثقب الأسود لا يشع أى شىء. وهذه هى الخاصية المعروفة للثقب الأسود. لذلك يمكن أن يدخل أى شىء فى الثقب الأسود ولكن لا يمكن أن يخرج أى شىء منه ولا حتى الضوء أو أى إشعاع آخر.



ولذلك فإن الشىء المفهوم لكل الناس أنه طالما الثقب الأسود لا يشع أى شىء فلن تكون له درجة حرارة وبالتالي ليس له انتروبى. الثقوب السوداء مستقطعة من الكون وبالتالي ليست فى اتزان حرارى ...

أو كذلك يعتقد كل الناس.



كان هذا حتى بدأ أحد طلاب الدراسات العليا الذى يعمل مع جون ويلر يسبب المشاكل.

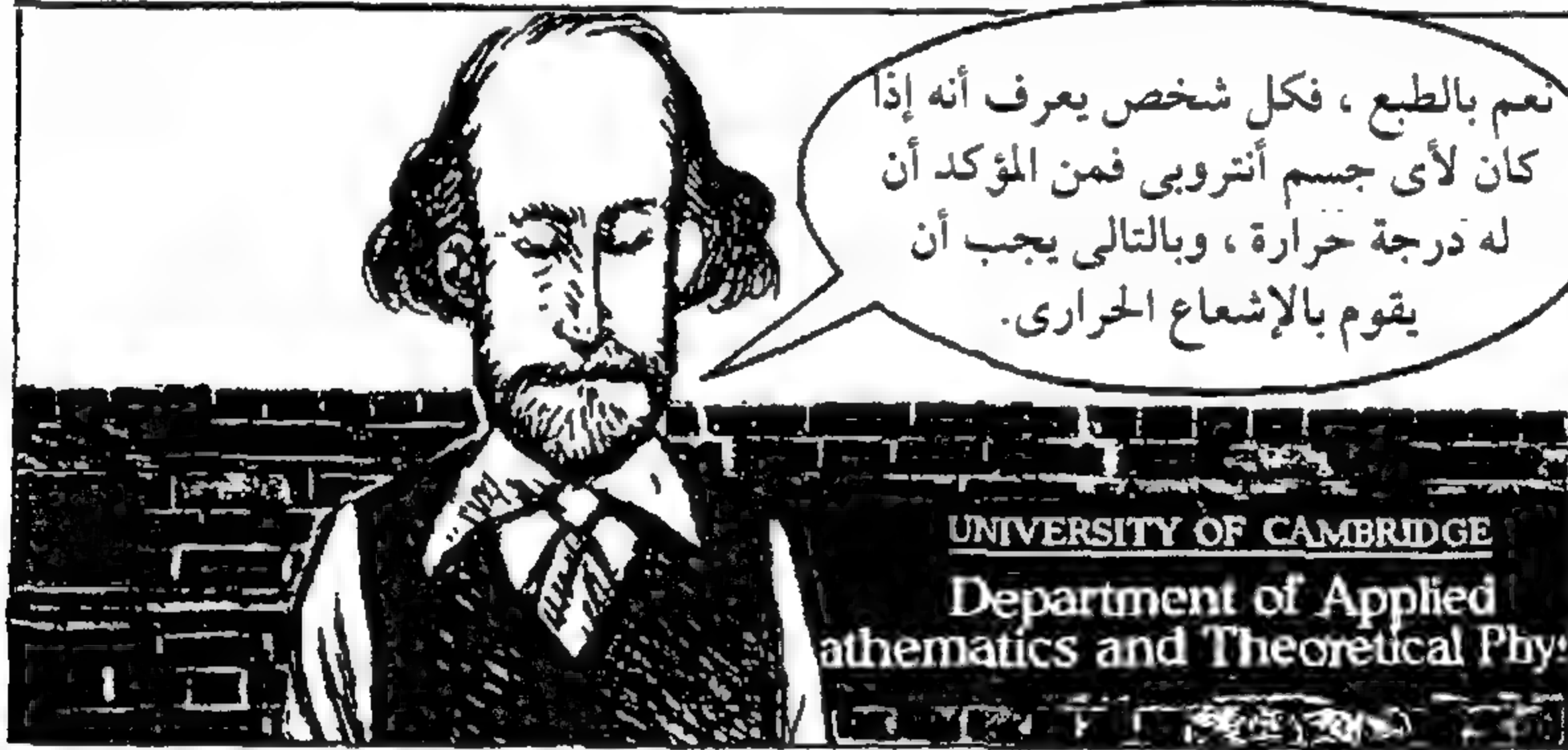


## المولد البحثى لفكرة جديدة

هذا هو الحوار الذى دار بين جون ويلر وأحد طلاب الدراسات العليا يعقوب بكنشيتين فى برينستون فى نيو جيرسى.



نعود في غضون ذلك إلى قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية حيث يتحدث  
هوكنج وبرانسون كارتر عن بحث بكنشيتين.





أغسطس ١٩٧٢ .

### مدرسة لوهاتش الصيفية في فيزياء الثقوب السوداء

في سفح جبال الألب الفرنسية اجتمع هوكنج وجيمس باردين وبراندون كارتر ووحدوا قواهم من أجل استنتاج المجموعة الكاملة للقوانين التي تحكم تطور الثقوب السوداء من معادلات النسبية العامة. وعندما انتهوا كانوا قد وضعوا مجموعة من قوانين تكوين الثقوب السوداء التي تشابه إلى حد مذهل مع قوانين الديناميكا الحرارية.

الانتروبي = ثابت  $X$  مساحة سطح الثقب الأسود  $S = K_1 A$

درجة الحرارة = ثابت  $X$  الجذب السطحي للثقب الأسود  $T = K_2 G$



وفي غضون ذلك كان يعقوب بكنيشتين طالب الدراسات العليا ما زال مقتنعاً بأن الثقوب السوداء لها أنتروبي.



وبعد هذه المدرسة استمر بكنيستين في تعريف مساحة سطح الثقب الأسود على أنه هو  
الأنثروبي في المجالات العلمية. ولكنه لم يؤكد أن الثقوب السوداء لها درجة حرارة أو أنها  
يجب أن تطلق إشعاعاً لقد كان بكنيستين متوافقاً مع قوانين الديناميكا الحرارية.



وعلى الجانب الآخر استمر هوكنج فى مهاجمة استنتاجات بكنشتين ولكنه ازداد فى الحيرة.



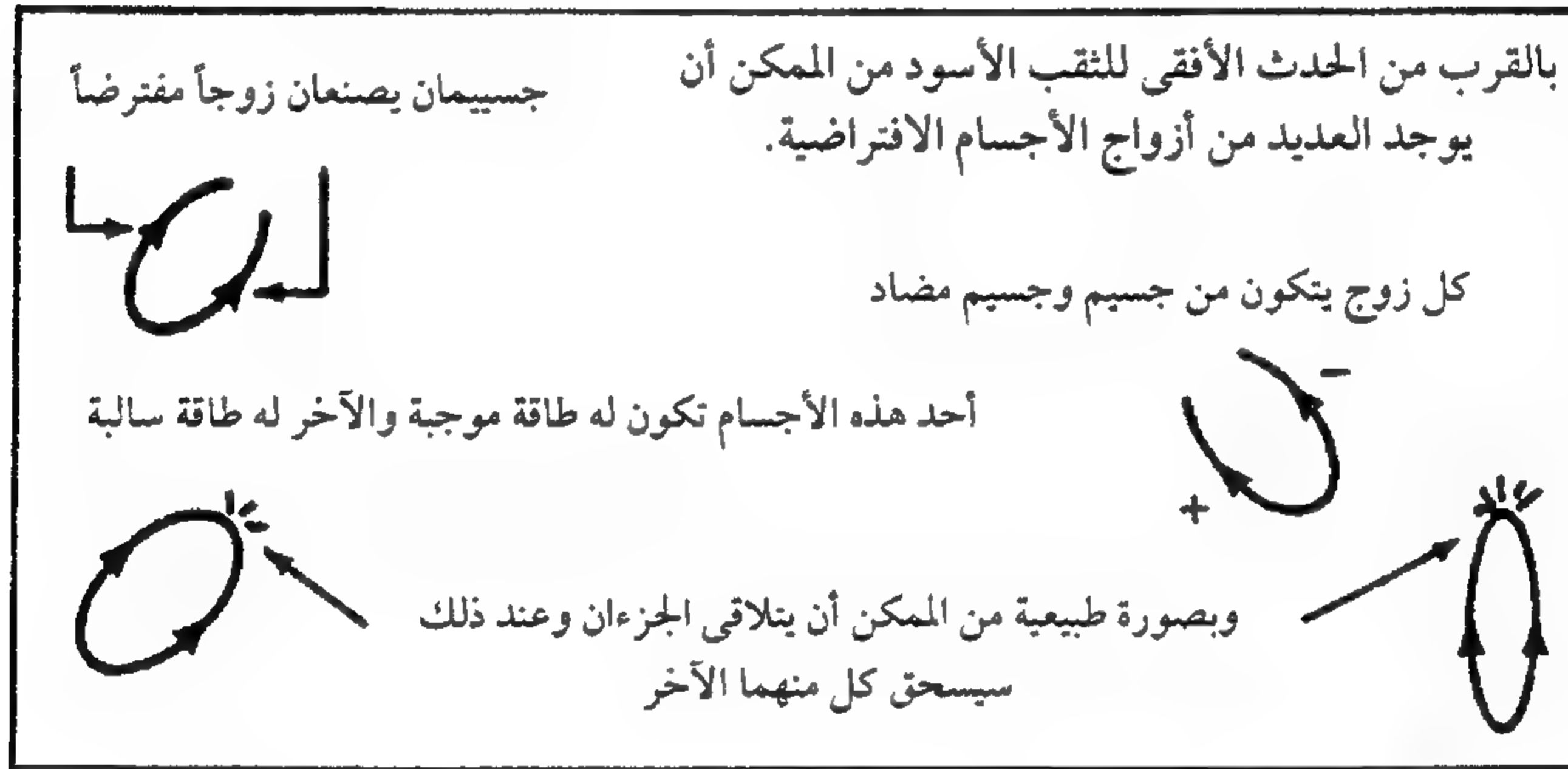
لقد تم إجراء كل الحسابات على الثقوب السوداء باستخدام التقريب المبني على النسبية العامة وهو صحيح بالنسبة للأجسام الكبيرة. هذه التقريبات تجاهلت أى تأثيرات كمية (مبنية على نظرية ميكانيكا الكم) ، والتي بالتأكيد تبدو ذات تأثيرات متجاهلة بالنسبة للثقوب السوداء.



لقد حان الوقت لشيء تحتاج لمعرفته.

## مبدأ الالاقين والجسيمات المفترضة

ينص مبدأ الالاقين، كما وضعه فيرنر هايزنبرج في عام ١٩٢٧ ، على أن هناك حدوداً لإمكانية ملاحظة الكميات الفيزيائية (مثل المكان وكمية التحرك والطاقة وحتى الزمن) بدقة. وهذه ليست حدوداً مرتبطة بأدوات القياس ولكنها حدود مميزة متأصلة في الكون الذي لا يظهر أى كمية بدقة مطلقة. وإذا أخذنا في اعتبارنا الفضاء الخارجي، نظن أنه لا يحتوى أى شيء على الإطلاق وبالتالي ليس له طاقة. ولكننا لا يمكن أن نكون متأكدين من هذه الطاقة الصفرية بسبب نفس هذا النقاش، فربما إذا أمعنا البحث نستطيع أن نجد أى طاقة، على الأقل لوقت قصير.



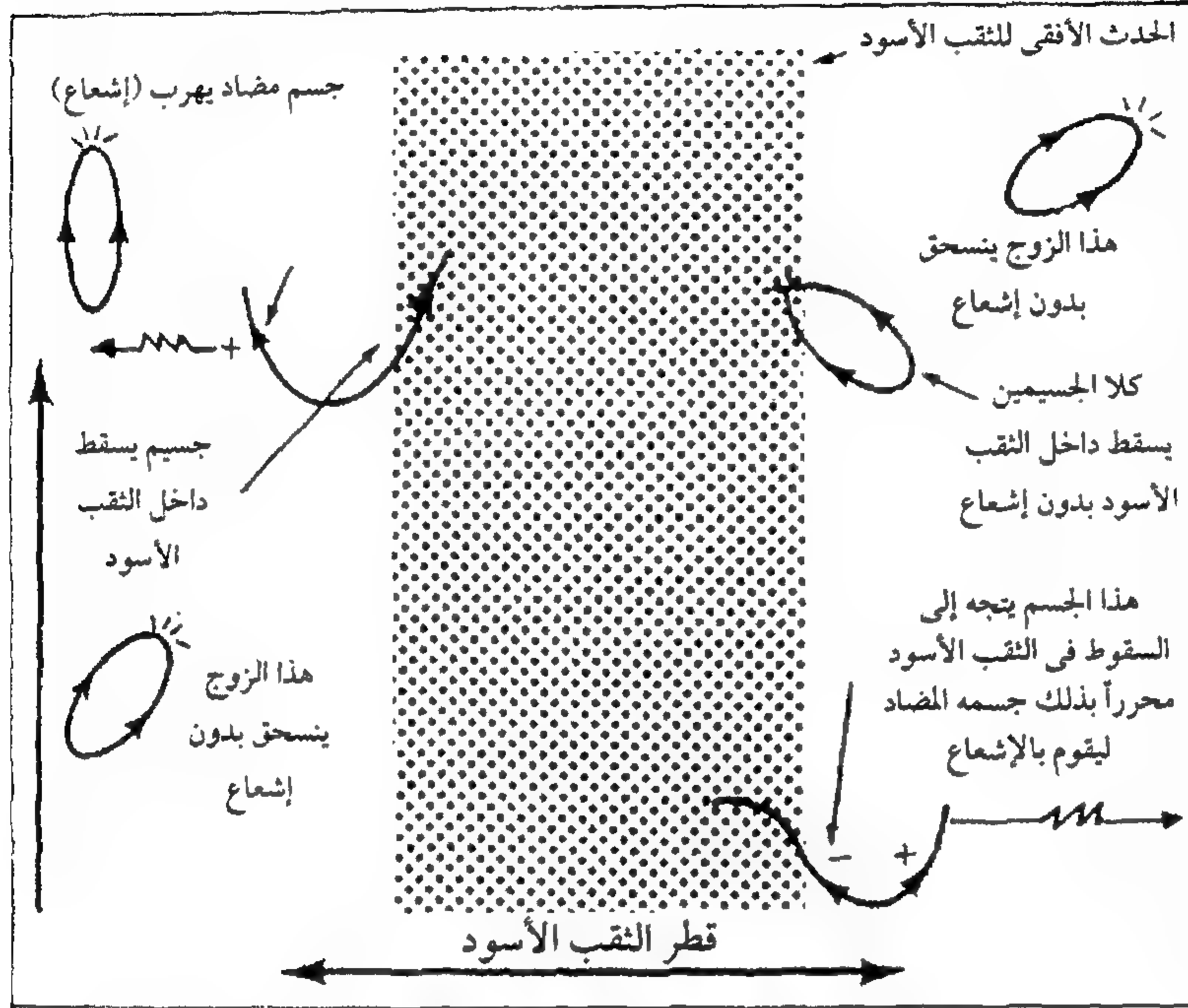
يتنبأ مبدأ عدم التأكد بأن الطاقة من الممكن أن تظهر وتختفى باستمرار بمقياس يتحدد بواسطة ثابت بلانك (وهو صغير جداً) ولكن بواسطة معادلة أينشتاين  $E = mc^2$  هذه الطاقة من الممكن أن تتحول إلى زوج من الجسيمات التي تظهر وتختفى فجأة.

وهذه تسمى الجسيمات الوهمية التي تظهر في كل مكان ولكن أبعد من حدود الملاحظة الحقيقية.





وقد أخذ هوكنج في اعتباره ما يمكن أن يحدث عند سطح الثقب الأسود (أى عند الحدث الأفقى) حيث يتفاعل المجال الجذبى القوى مع هذه الأجسام الوهمية. وقد أدمج ميكانيكا الكم والنسبية العامة لأول مرة فى حسابات واحدة. وما وجده كان رائعاً تماماً.



لقد وجدت أن الثقوب  
السوداء ليست نائمة السواد  
وإنما تقوم بإطلاق الإشعاع

وقد بدا أن الجاذبية الشديدة تجذب أحد الجسيمات (ذو الطاقة السالبة) إلى داخل الثقب الأسود وتنقص طاقة الثقب الأسود كنتيجة لذلك بينما تترك الآخر (ذو الطاقة الموجبة) متحرراً فى صورة إشعاع والذي يمكن التقاطه بواسطة راصد خارجى.

وأكثر مظاهر هذه النتيجة روعة هو طبيعة الإشعاع فى الثقوب السوداء . فهى لها طيف إشعاع حرارى تام. وهذا يعنى أن هذه الثقوب السوداء تعتبر مثل أى جسم آخر فى الكون. وقد اتضح من ذلك أن الثقب الأسود لم يكن له انتروپى فقط ولكن أيضاً له درجة حرارة ويخضع لقوانين الديناميكا الحرارية التى وضعت فى نهاية القرن التاسع عشر. وقد استخدم الكاتب العلمى دينيس أوفرباى فى كتابه عن علم الكونيات الحديث «القلوب المنعزلة للكون» استعارة فعالة لوصف أحاسيسه تجاه اكتشاف هوكنج.



ظهر هذا وكأنما وجد هوكنج محركاً بخارياً  
قديماً داخل سيارة فيرارى حديثة.



وقد أُسِرَ فريمان دايزون (وهو أحد أفضل علماء الرياضيات في العالم) بالنظرية الجديدة التي وضعها هوكنج وكتب مقالة بعد زيارة هوكنج لمعهد الدراسات المتقدمة في برينستون.



وقد كره هوكنج أن ينشر أفكاره الجديدة واقتصرت معرفتها على بعض الرفاق القلائل.  
وقد قابل دينيس سكياما الذي أتى إلى كامبريدج من أوكسفورد لميعاد مع أحد تلاميذه  
السابقين وهو مارتين ريس والذي كان وقتها في معهد الفلك في كامبريدج.





فبراير ١٩٧٤ ، معمل راذرفورد - أبلتون، أوكسفورد

المدير جون تايلور أستاذ الرياضيات المعروف ومؤلف كتاب شهير في الثقوب السوداء يقدم هوكنج.



بعد ذلك خرج تايلور هائجاً من الجلسة وجلس هوكنج مصدوماً في سكون. وكان يعرف أن محاضراته ستلقى الكثير من الجدل ولكنه لم يتوقع أبداً شيئاً مثل هذا.

وبعد شهر من هذه المقابلة قام هوكنج بنشر بحث في هذا الإشعاع الجديد تحت اسم  
 «انفجارات الثقوب السوداء» في مجلة الطبيعة Nature.  
 وقد أصبح هذا البحث هو موضوع النقاش في كل أقسام الفيزياء في كل مكان  
 وصاحبه العديد من الشكوك.  
 وبعد أربعة أشهر قام تايلور وبول دافيس بنشر رد سريع في نفس المجلة، هل تنفجر  
 الثقوب السوداء فعلاً ؟

### Black hole explosions?

QUANTUM gravitational effects are usually ignored in calculations of the formation and evolution of black holes. The justification for this is that the radius of curvature of space-time outside the event horizon is very large compared with the Planck length  $(G\hbar/c^3)^{1/2} \approx 10^{-33}$  cm, the length at which quantum fluctuations of the metric are expected to become important.

$$b_i = \sum_j \{ \bar{\alpha}_{ij} a_j - \bar{\beta}_{ij} a_j \}$$

$$p_i = \sum_j \{ \alpha_{ij} f_j + \beta_{ij} f_j \}$$

$$\langle 0_- | b_i^\dagger b_i | 0_- \rangle =$$

The author is very grateful to G. W. Gibbons for his help and help.

S. W. HAWKING

Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics

Institute of Astronomy  
 University of Cambridge

Received January 17, 1974.

### Do black holes really exist?

THE creation of particles out of regions of space-time where the curvature is large is a theoretical difficulty, however, because it is only well understood in Minkowski space-time. In some simple cases, for example with cosmologies, or of black holes of the Schwarzschild type, the existence of a global timelike Killing vector field provides a very plausible extension of the Minkowski picture. A number of exact results on these results (ref. 1, and C. J. Isham, 1974).

P. C. W. DAVIES  
 J. G. TAYLOR

Department of Mathematics,  
 King's College London, Strand,  
 London WC2, UK

Received March 5, 1974.



لم يصرف الناس  
 كلهم النظر عن فكرة  
 هوكنج الجديدة.





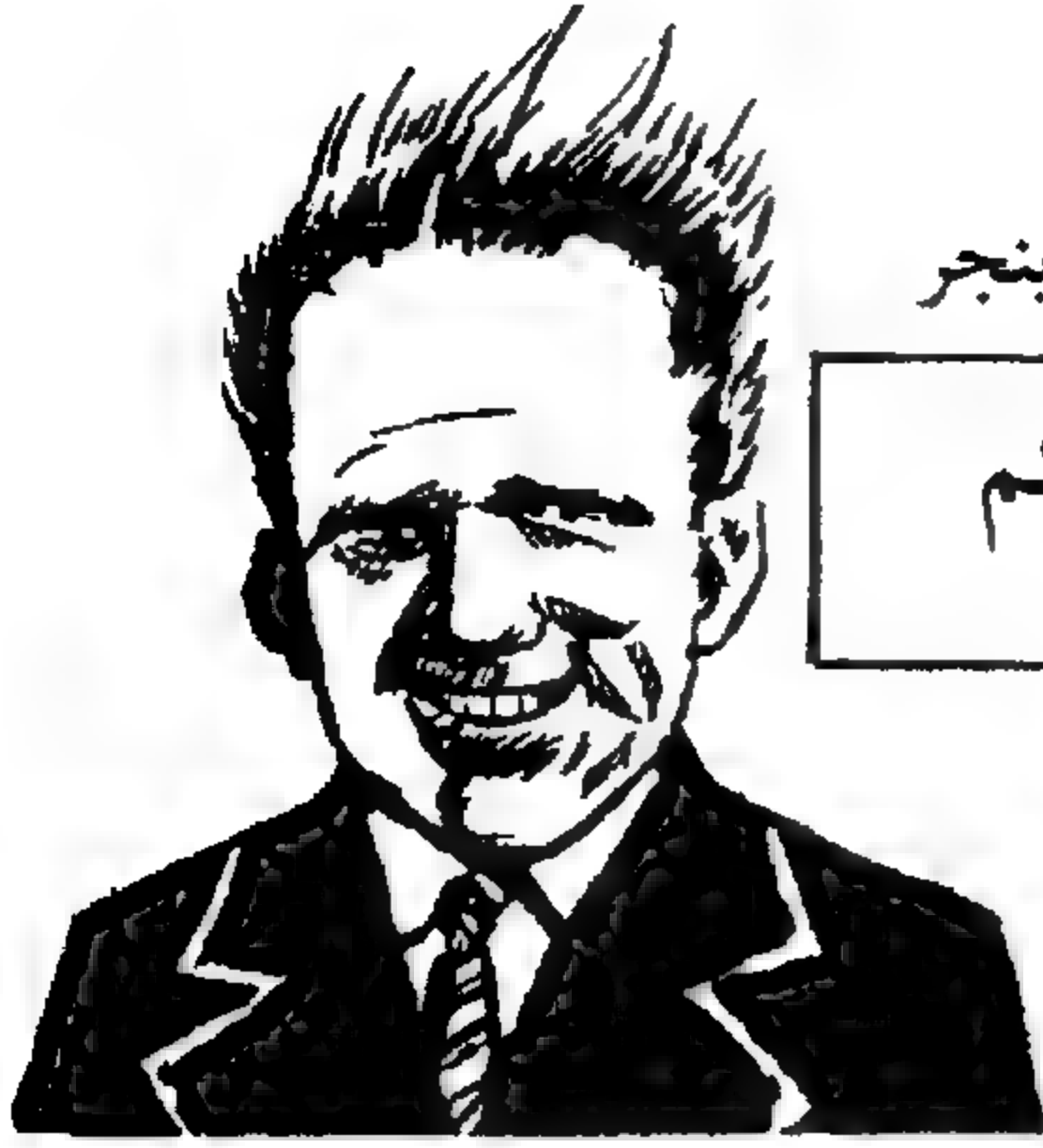
قام فريمان دايزون بمقارنة الصيغ التي وضعها «هوكنج» بنظرية «ماكس بلانك» في عام ١٩٠٠ والتي أدت إلى ظهور نظرية الكم.

وقد كتب هوكنج معادلة تشبه معادلة بلانك وهي  $S=KA$  حيث  $S$  هو الأنثروبي للشقب الأسود و  $A$  هي مساحة سطحه أما  $K$  فهو ثابت. ولكن ما معنى قولنا بأن الأنثروبي والمساحة هما نفس الشيء؟ ونحن بعيدون عن فهم هذه المعادلة تماماً كما كان بلانك بعيداً عن فهم نظرية الكم في عام ١٩٠٠.

كل ما نستطيع قوله بالتأكيد هو أن سؤال هوكنج هو حل للغز الثقبوب السوداء. ويمكن أن نكون متأكدين من أن هذا سيكون هو المبدأ الأساسي للنظرية التي جمعت النسبية العامة ونظرية الكم والديناميكا الحرارية مع بعضهم.

ربما تكون أفضل طريقة للنظر إلى اكتشاف هوكنج باستخدام تشبيه تاريخي. في عام ١٩٠٠ قام بلانك بكتابة المعادلة  $E=hU$  حيث  $E$  هي طاقة الموجة الضوئية و  $U$  هو ترددها أما  $h$  فهو ثابت يسمى ثابت بلانك. هذه المعادلة كانت بداية نظرية الكم ولكنها في عام ١٩٠٠ لم يكن لها معنى فيزيائي، لقد بدأ يكون لها معنى فقط بعد خمس وعشرين عاماً عندما تم استخدامها في النظرية التي نسميها الآن بنظرية الكم.





هايزنبرج وشرودينجر

ميكانيكا الكم

١٩٢٧

مبدأ عدم  
التأكد

إشعاع الثقب الأسود



أينشتين وأوبنهايمر

النسبية العامة

١٩١٥

الثقب الأسود



ولم يكن هناك تحقيق أكثر قوة من ذلك  
لتأكيد الصلابة الذاتية للفيزياء وهو خطوة  
أولى في اتجاه الجذب الكمي. وهو عبارة عن  
توحيد لثلاث نظريات منفصلة في الفيزياء مما  
جعل إشعاع هوكنج هاماً جداً.



سليزيوس وبولتزمان

الديناميكا الحرارية

القانون الثاني للديناميكا  
الحرارية (أنتروبي)

(هوكنج)  
(١٩٧٤)



وقد أتى التعرف على أهمية أعماله سريعاً. فبعد أسابيع قلائل من نشره البحث عن إشعاع الثقوب السوداء تسلم أعلى تكريم بريطاني. وفي عمر ٣٢ عاماً أصبح زميل الجمعية الملكية وهو المنصب الذي جعله فخوراً جداً بالفعل.

وبعد ذلك بقليل تمت دعوة هوكنج لقضاء عام بأكمله خارج كيمبردج في كالتك في باسادينا لدراسة علم الكونيات مع عالم النظرى الأمريكى كيب ثورن



وقد تسلم هوكنج إثناء إقامته في كاليفورنيا خطاباً من الفاتيكان في روما يخبره بأنه تم اختياره بواسطة الأكاديمية الباباوية لمنحة ميدالية البابا بولس العاشر. وبطريقة غريبة بدأ هذا التكريم في إبعاده عن الثقوب السوداء، وجعله يتجه إلى البحث في بداية الكون وكان هذا للأمر بالغ الأهمية بالنسبة للكنيسة الكاثوليكية الرومانية.



## هوكنج والفاتيكان - جاليليو العصر الحديث

إن الكنيسة الكاثوليكية الرومانية لها اهتمام قوى فى النظريات العلمية عن السماء. وقد رعت الكنيسة على مر القرون التدريس العلمى لمبادئ أرسطو والنظام السماوى الذى وضعه البطالمة والذى وضع الأرض والإنسان فى مركز الكون. وفى عام ١٦٠٠ تم حرق جيوردانو برونو الذى كان ينشر مبادئ كوبرنيكوس عن مركزية الشمس والتي تقول بأن الشمس وليست الأرض هى التى فى مركز الكون.



وبعد ثلاثة وثلاثين عاماً تم إجبار جاليليو جاليلى بكل صور العذاب على إنكار إيمانه بمبادئ كوبرنيكوس وبعد ذلك تم تحديد إقامته فى منزله فى أرسيتري حتى نهاية عمره.

وقد كَيفَ الفاتيكانيان تصوراً أكثر رقة في التعامل مع الأشخاص الذين يقومون بالإجابة على الأسئلة الكونية. ويبدو الآن أنهم يسعون إلى التودد إلى ستيفن هوكينج وهو أحد علماء الكونيات، ترى لماذا ؟





لقد سارعت الكنيسة بقبول هذه الفكرة بناء على قواعد الفاتيكان. وفي ٢٢ نوفمبر ١٩٥١  
فى افتتاح اجتماع الأكاديمية الباباوية للعلوم، صرح البابا بولس الحادى عشر، بأن فكرة لامايتر  
تتوافق مع مبدأ الخلق الكاثوليكي. وكتيجة لذلك كان أى عالم يدعم الانفجار العظيم يعتبر  
بالتأكيد صديقاً لروما.





وقد كنت متحيراً إن كنت سأقبل أم لا  
وذلك بسبب ما حدث لجاليليو . وعندما  
وصلت روما لتسلم الجائزة أصررت على  
زيارة مكتبة الفاتيكان لرؤية تسجيلات  
محاولة جاليليو .

ومع نهاية السبعينات تحقق هوكنج من أن النسبية العامة لا يمكن استخدامها في وقت الانفجار العظيم، وذلك بسبب مبدأ عدم التأكد، وبدأ في استكشاف إمكانية دمج النسبية العامة وميكانيكا الكم. وقد بدأ بالتفكير مثل الهرطوقي ...  
ولكنه عاد إلى روما عام ١٩٨١ إثر دعوة لمؤتمر في علم الكونيات تحت رعاية الفاتيكان . وفي ذلك الحين كان لديه مساحة بحث جديدة ، ألا وهي بداية الكون. وقد أسمى بحثه اسماً فنياً جداً.



لقد استعدت اهتمامي بأصل و منشأ الكون عندما حضرت مؤتمر عن علم  
الكونيات في الفاتيكان عام ١٩٨١ . بعد ذلك حظيت بشرف مقابلة البابا



من  
الممكن دراسة التطور  
بعد الانفجار العظيم ولكن  
لا تسأل عما حدث في الانفجار  
نفسه وذلك لأن هذه لحظة  
الخلق وهي بذلك أعمال  
الله.

وفي حديثه اقترح هوكنج أن الفضاء والزمن محدودان في مضمونهما ولكنهما  
منغلقتان على أنفسهما بدون حدود أو حروف. وقد عُرِف ذلك بـ «مبدأ اللاحدود». وإذا  
كان ذلك صحيحاً فلن يكون هناك نقط انفرادية وبذلك تتحقق قوانين الفيزياء في كل  
مكان متضمنة بداية الكون.

## هوكنج والكون الأول



ولقد كنت مسروراً لأنه لا يعرف أن كلامي في المؤتمر  
كان يحتمل أنه لا توجد حدود للنضاء والزمن  
والذي يعنى أنه لا توجد لحظة بداية أو لحظة الخلق.

ولم يكن واضحاً في هذه اللحظة أن بحثي يتضمن أفكاراً  
عن منشأ الكون وذلك لأنه كان مكتوباً بلغة فنية بالرغم  
من أنه كان معنوناً بالعنوان المحرم «شروط الحدود  
للكون»

وقد بدأ هوكنج العمل بجد في دراسة الكون وظلت هذه النقطة تشغل تفكيره حتى  
اليوم. وفي بحثه أمام الفاتيكان قدم لأول مرة «مبدأ اللاحدود» ، وهو آخر أفكاره وأكثرها  
عمقاً. وكانت تلك محاولة لتطبيق نظرية الكم على الانفرادية عند بدء الكون.



## لماذا نحتاج لنظرية الكم ؟

تقوم النظرية العامة للنسبية بوضع برنامج لوصف ما حدث منذ بداية الانفجار العظيم وحتى الآن. وعلى أية حال، نشكر هوكنج الذي وضح أن النسبية العامة تقترض حدوث نقطة

انفرادية عند بداية الانفجار العظيم والذي تفشل عنده النظرية.

وهذه نظرية تقليدية ولا يمكن وصف الفضاء والوقت بواسطة النسبية العامة في لحظة اختلاط المادة مع بعضها بكثافة عالية جداً. كيف قامت الفيزياء بتنبؤ بداية الكون إذا كانت كل القوانين تفشل عند هذه اللحظة ؟ لابد من استخدام نظرية

الكم

العصر الحالي  
تطور حياة الإنسان



١٠ بلايين سنة بعد الانفجار العظيم ، تكون النظام الشمسي

٥ بلايين سنة بعد الانفجار العظيم ، تطور مجرة الطريق اللبنية

٣٠٠٠٠ سنة بعد الانفجار العظيم ، انفصلت المادة والإشعاع ، وظهرت الخلفية الإشعاعية

الانفجار العظيم وتمدد الكون بدأ قبل ١٥ بليون سنة

١٥ بلايين السنين بعد الانفجار العظيم

5

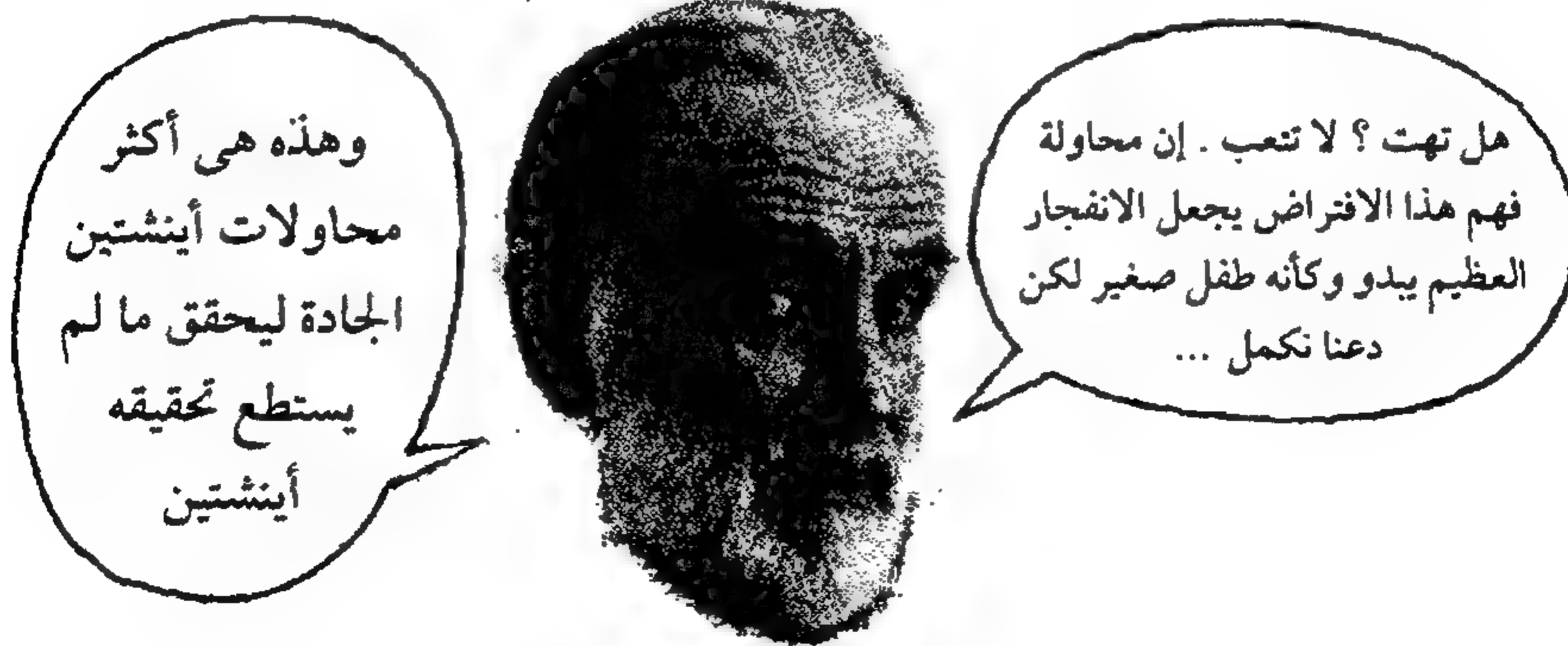
15

## علم الكونيات الكمي

بادئاً بهذا السؤال قام هوكنج ومعاونه جيم هارتل (جامعة كاليفورنيا) باستخدام مبدأ  
الاحدود لتطوير فكرة جديدة في علم الكونيات الكمي.  
وعلى عكس التصورات السابقة قام هوكنج وهازل ( هـ و هـ ) باستخدام الوقت  
التخيلي لدراسة الانفرادية عند الانفجار العظيم.



وكان التفكير على النحو التالي، عند مولده، كان الكون في حالة كمية خالصة. لذلك قام (هـ  
و هـ) بمعالجة الكون على أنه نظام كمي منفرد وحاولا تحديد معادلته الموجية. وبطريقة أخرى، لقد  
قاما بتطبيق مبادئ ميكانيكا الكم الابتدائية على الكون ككل قبل بدء الانفجار العظيم.





## الجذب الكمي أو (ن ك ش)

إن مجال البحث المختص بالجذب الكمي أو «ن ك ش» (نظرية كل شيء) يثير اهتمام كل الفيزيائيين وقد أنتجت المحاولات التي قام بها علماء النسبية وعلماء الفيزياء المختصون بدراسة الجسيمات نتائج قليلة.



تماماً  
مثلما فعلت عندما  
قمت بتفسير المجال  
الكهرومغناطيسي إلى كميات  
من الطاقة (الفوتونات) في  
نظريتي عن الديناميكا  
الكهرية الكمية

البعالات المكممة ! هل يمكن مدحها إلى الجاذبية ؟

ريتشارد فايمان ١٩١٨ - ١٩٨٨

وكالعادة سلك هوكنج مسلكاً مختلفاً في هذه المشكلة. ليست الجاذبية الكمية ولكنه علم الكونيات الكمي هو الذي يضع المعادلة الموجية للكون، وهذا مبني على «مبدأ اللاحدود».

لقد أزعجني بشدة دائماً انكسار قوانين الفيزياء عند بداية الكون، فمن الممكن أن تنكسر أيضاً في أى مكان آخر لهذا السبب قمنا بوضع مبدأ اللاحدود الذى يزيل الانفرادية الموجودة عند بداية الكون.

ولكن المشكلة بالنسبة لعلم الكون هي أنه لا يمكن أن يتنبأ بأى شيء عند بداية الكون دون فروض عن الشروط الابتدائية كل ما نستطيع قوله هو أن الأشياء تبقى كما هي الآن لأنها كانت عليه في المرحلة الابتدائية.

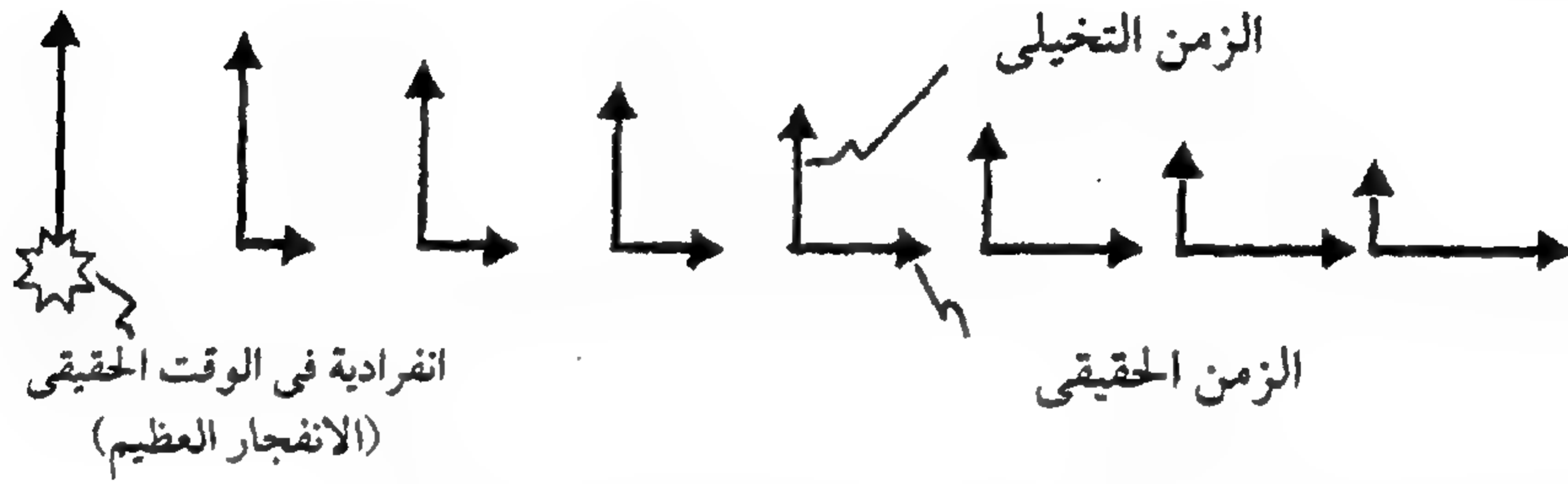
يعتقد العديد من الناس أن هذا هو ما يجب أن يكون. ويجب على الكون أن يدرس القوانين التي توضح تطور الكون. فهم يشعرون أن السؤال عن الشروط الأولية للكون التي تحدد كيفية بدايته هو سؤال لعلماء الميثافيزيقا أو علماء الدين أكثر منه للعلوم.





## علم الكونيات الكمي والزمن المركب

والآن ماذا عن علم الكونيات الكمي ؟ لقد استخدم (هـ و هـ) الخدعة الرياضية المسماة بالزمن المركب ليختبروا كل الأكوان الممكنة التي ربما تكون تكونت منذ الحالة الكمية الأولى. ينقسم الزمن إلى مركبتين منفصلتين واحدة تخيلية والأخرى حقيقية. وعلى عكس الزمن الحقيقي لا يتلاشى الزمن التخيلي عند الانفجار العظيم وهذه النظرية مفيدة جداً عند الانفرادية. ولقد استخدموا طرق ميكانيكا الكم القياسية للوصول إلى المعادلة الموجية للكون

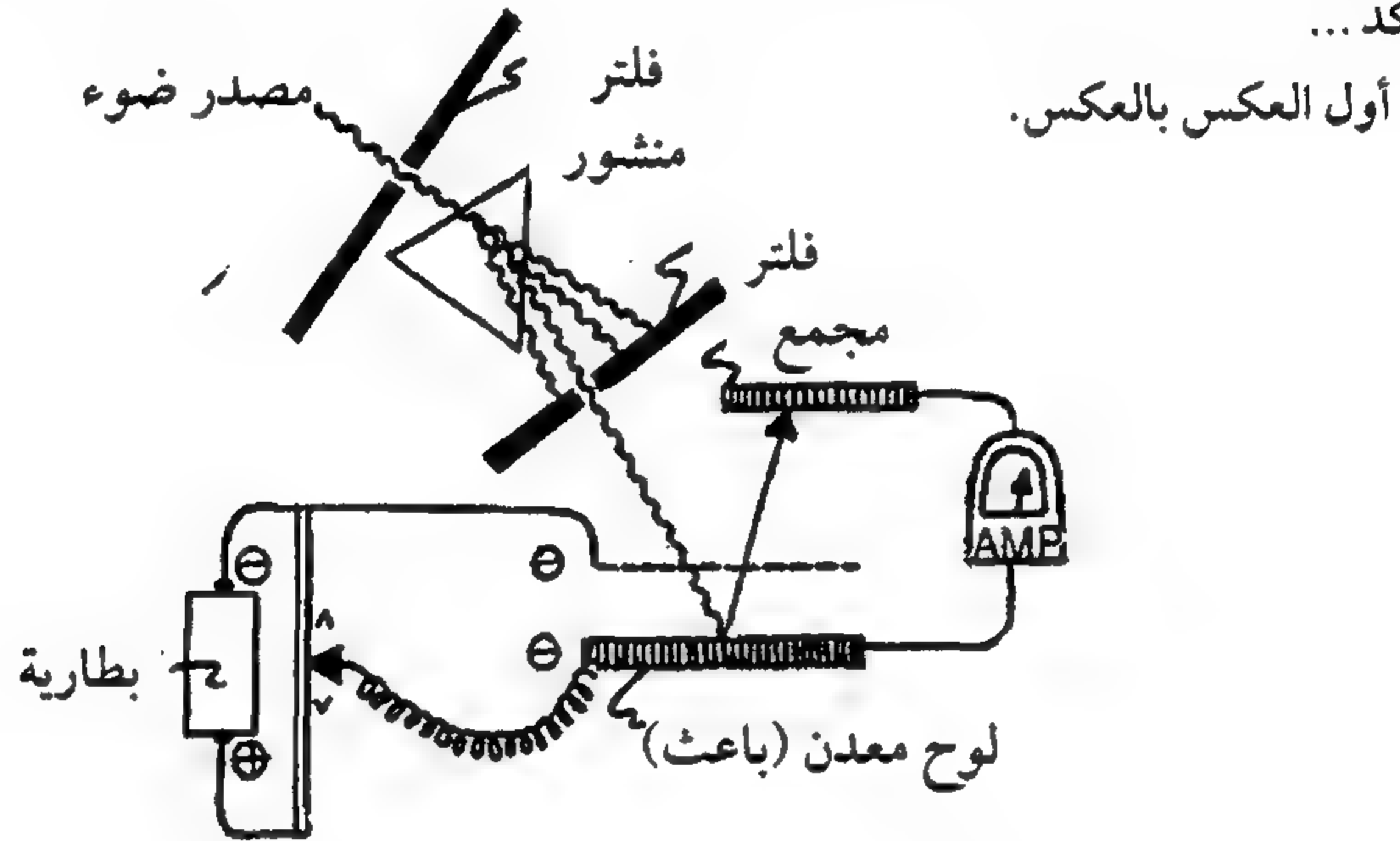


ولكن ما هي الطرق القياسية لميكانيكا الكم ؟ وما هي المعادلة الموجية ؟



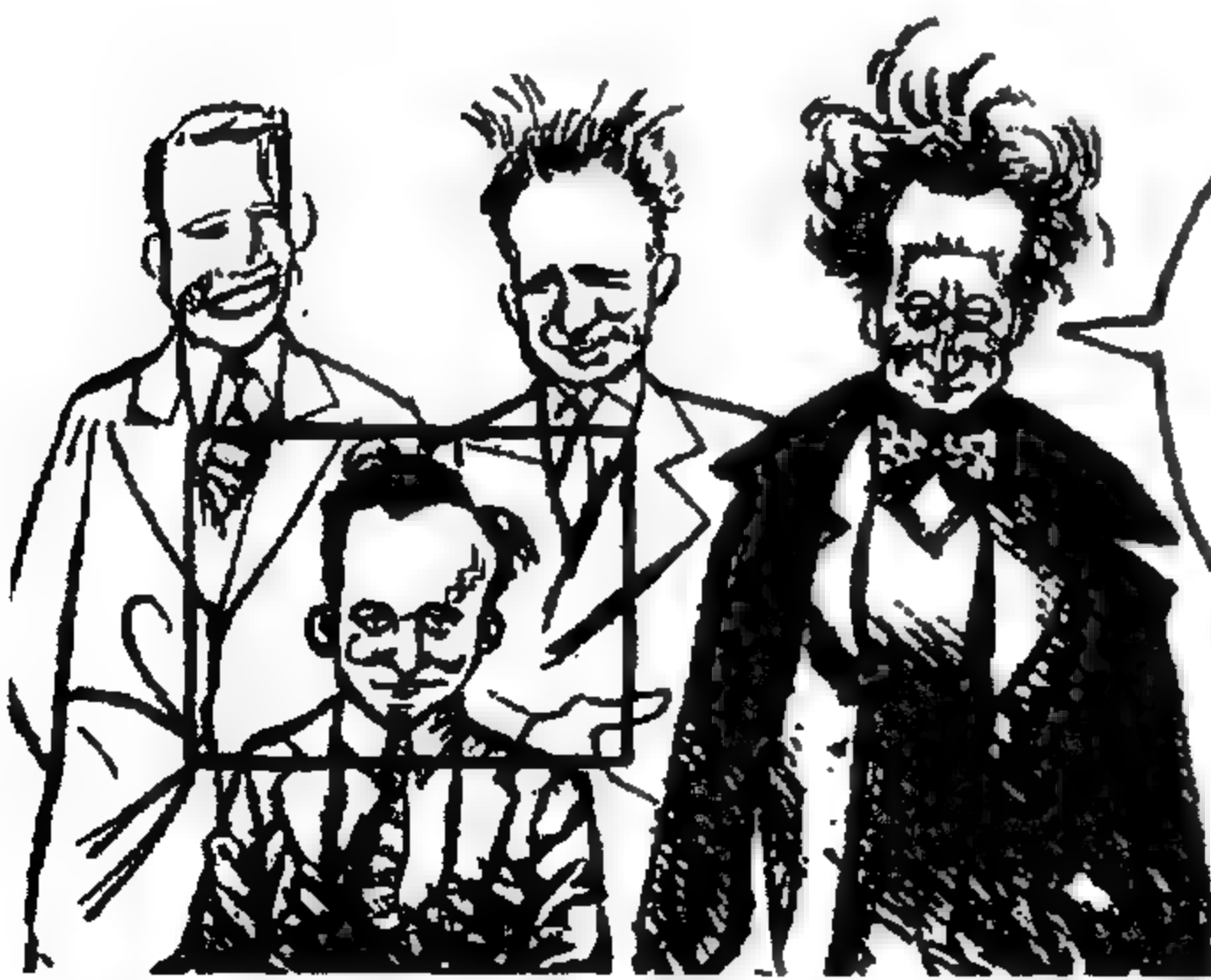
## الموجات والجسيمات : سخرية الطبيعة من علماء الفيزياء

لقد وضحت التجارب العلمية وجود ازدواجية الجسيم/ الموجة. على سبيل المثال : تقوم الأشعة الضوئية بالتداخل (تتصرف كموجة) ولكنها في نفس الوقت تحرر الالكترونات من أسطح المعادن (تتصرف كجسيم). وبالمثل تتصرف الالكترونات بنفس تصرف الجسيمات وفي نفس الوقت ينتج شعاع الالكترونات هدب الحيود (مثل الموجات) عندما يمر من خلال محزوز مثل المشط. وهذه الازدواجية حقيقة فيزيائية ويجب أن نتعايش معها. وهى نتيجة مباشرة لمبدأ عدم التأكد ...



تتصرف موجات الضوء مثل الجسيمات (فوتونات).

وفي العشرينات من القرن العشرين طور هايزنبرج وشرودينجر وبور وبورن لغة رياضية لوصف خصائص الموجات والجسيمات في نفس الوقت.  
وأروع هذه الصيغ معادلة وضعها شرودنجر يحدد حلها (المعادلة الموجية) تصرف نظام الجسيمات.



يمكن كتابة معادلتى  
بمجرد معرفة القوى والحواجز التى  
يتأثر بها نظام معين. وحل هذه المعادلة  
يعطى معلومات عن هذا النظام فى  
كل الأماكن  
(وكل الأوقات.)



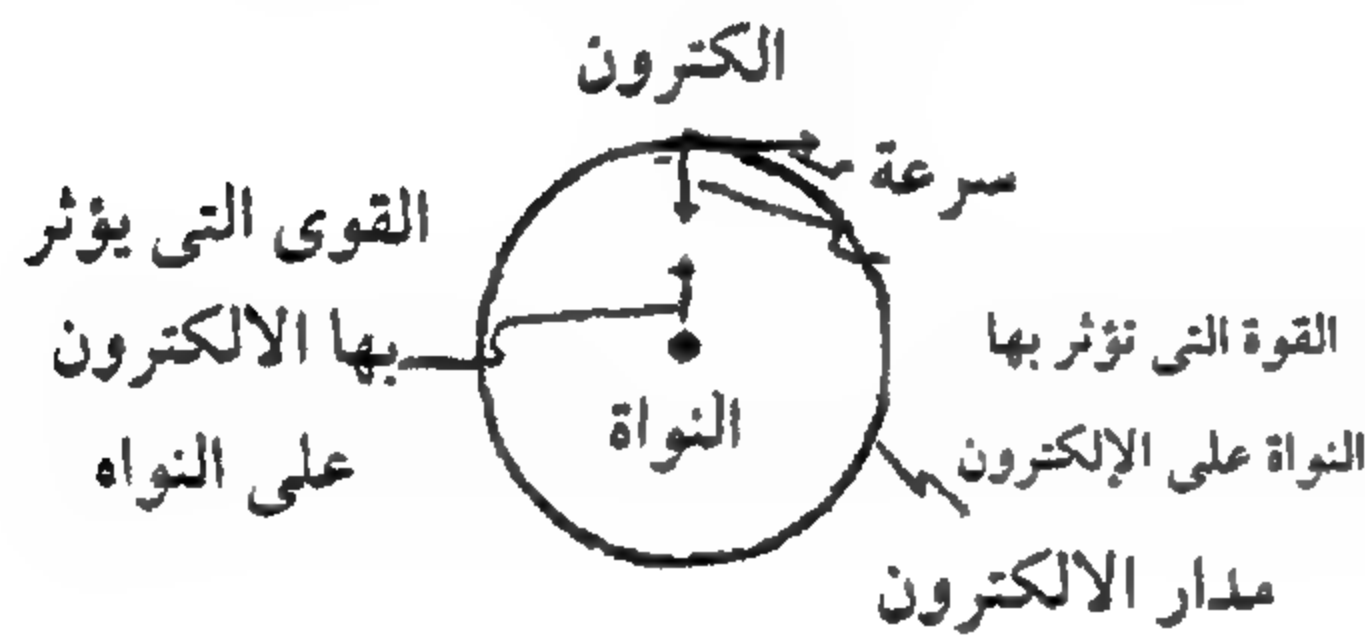
## العالم الغريب لميكانيكا الكم

ولكن ما هي المعادلة الموجية ؟ وما هو التمدد بالضبط ؟  
ها هو ما افترضه ماكس بورن (بعد أن تبع فكرة لأينشتاين بسخرية)



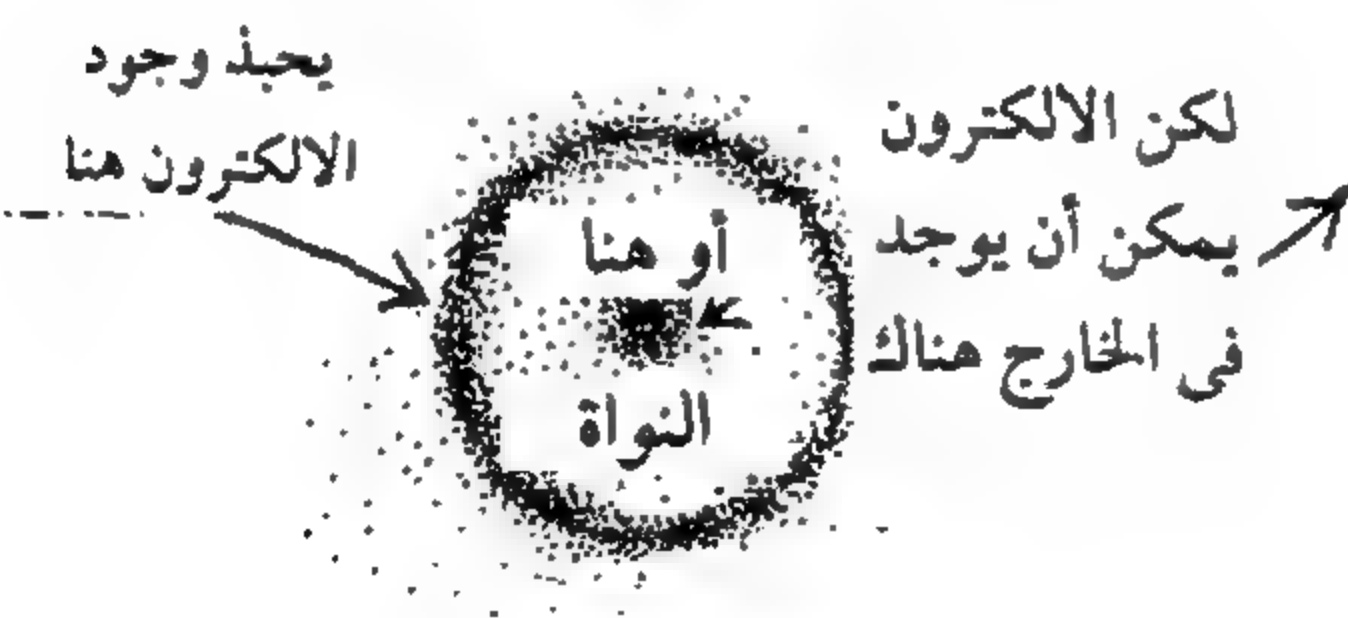
ومن أبسط المشاكل التي تحل بميكانيكا الكم هي نموذج ذرة الهيدروجين. عندما تحل معادلة شرودنجر في هذه الحالة تحدد معادلة الموجة احتمالية كل مستوى طاقة في الذرة حيث إنها تعطي الأماكن المحتملة وجود الإلكترونات فيها حول النواة. في هذه الحالة تحاط النواة بسحابة احتمالية بدلاً من المدارات الدقيقة للإلكترونات كما في الذرة التقليدية.

الصورة التقليدية لذرة الهيدروجين



عندما ترسم سحابة الاحتمال حول  
النواة يحتمل أن يجد شخص ما  
الإلكترون في مكان ما ولكن لا يستطيع  
أن يحدد مكانه بالضبط. وفي أي لحظة  
من الممكن أن يحسب احتمال وجود  
الإلكترون في أي مكان.

الصورة الكمية لذرة الهيدروجين

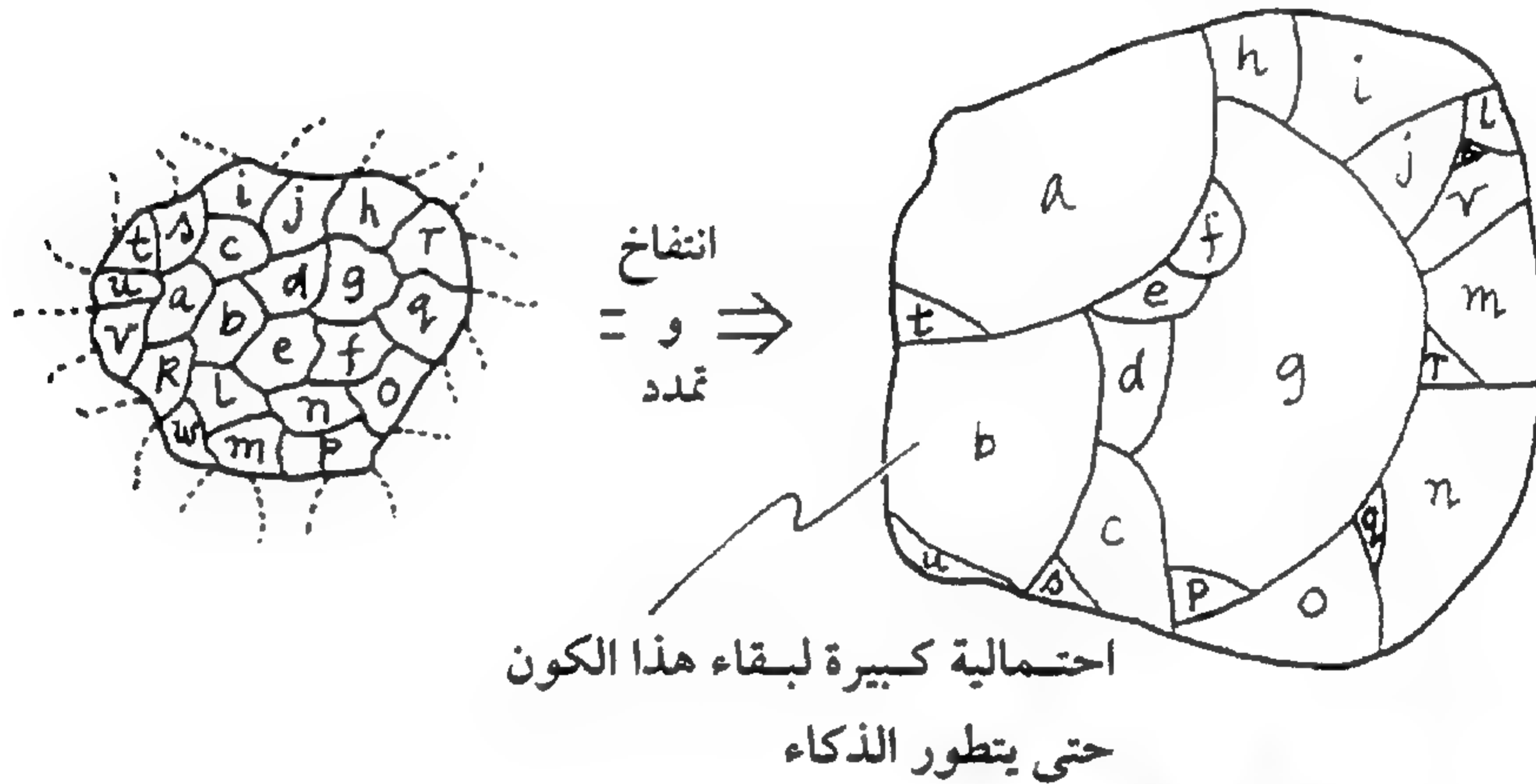


## علم الكونيات الكمي : تطبيق معادلة شرودنجر لكل الكون

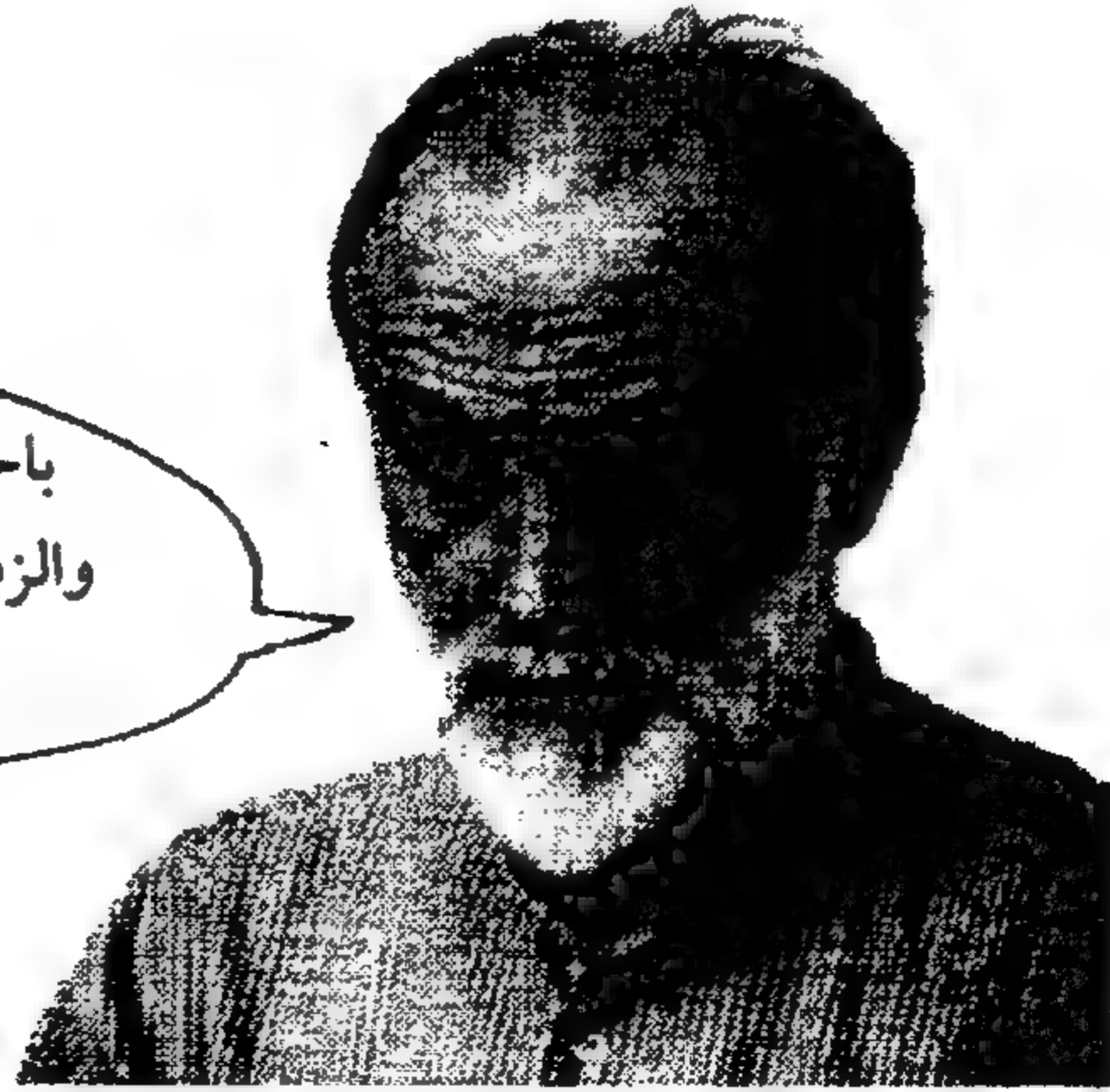
هل هو كنج مفكر جرىء؟ بدلاً من مدارات الإلكترونات في الذرة فكر في النموذج الكوني لكل الكون. تقترح النسبية العامة العديد من النماذج : بعضها يقول إن الكون يتمدد من نقطة إلى حجم كبير ثم ينكمش إلى نقطة مرة أخرى والبعض الآخر يقول إنها تتمدد دائماً والبعض يقول إنها تتمدد بمعدلات مختلفة في الاتجاهات المختلفة. ولكن كلها تحقق معادلات أينشتاين. وكما استبدل شرودنجر المسارات التقليدية للإلكترونات بمعادلات موجية لوصف احتمالية وجود الإلكترونات، قام (هـ و هـ) بتخصيص معادلات موجية لبعض النماذج الكونية والتي تعطى احتمالية أن يكون للكون شكل هندسي ما.

الأكوان المحتملة (كلها تخضع للنسبية العامة)

أكوان ممكنة

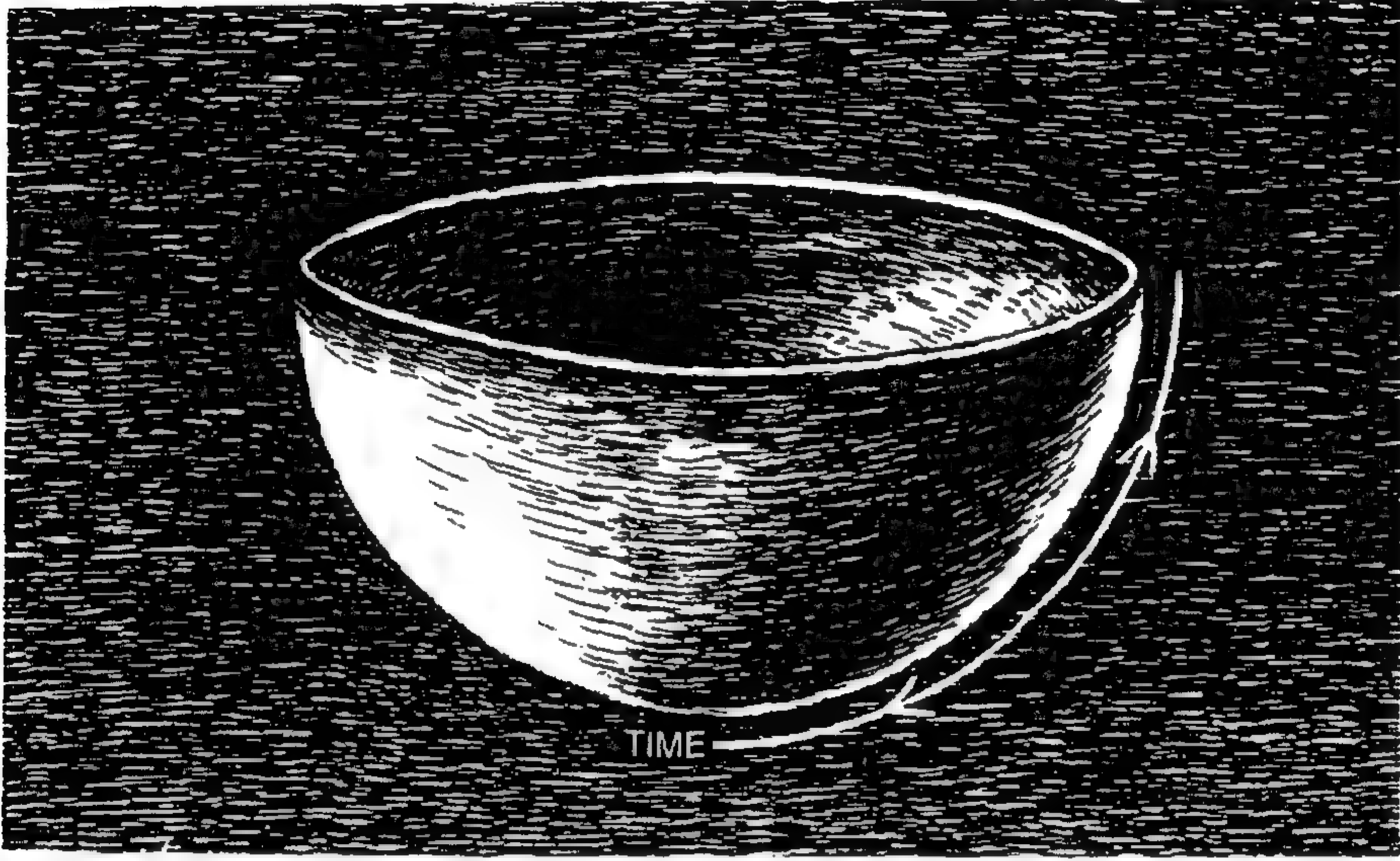


باختبار الأكوان التي ليس لها حدود في الفضاء والزمن فقط استطاع (هـ و هـ) الحصول على نتائج متوافقة مع الملاحظات في كوننا.

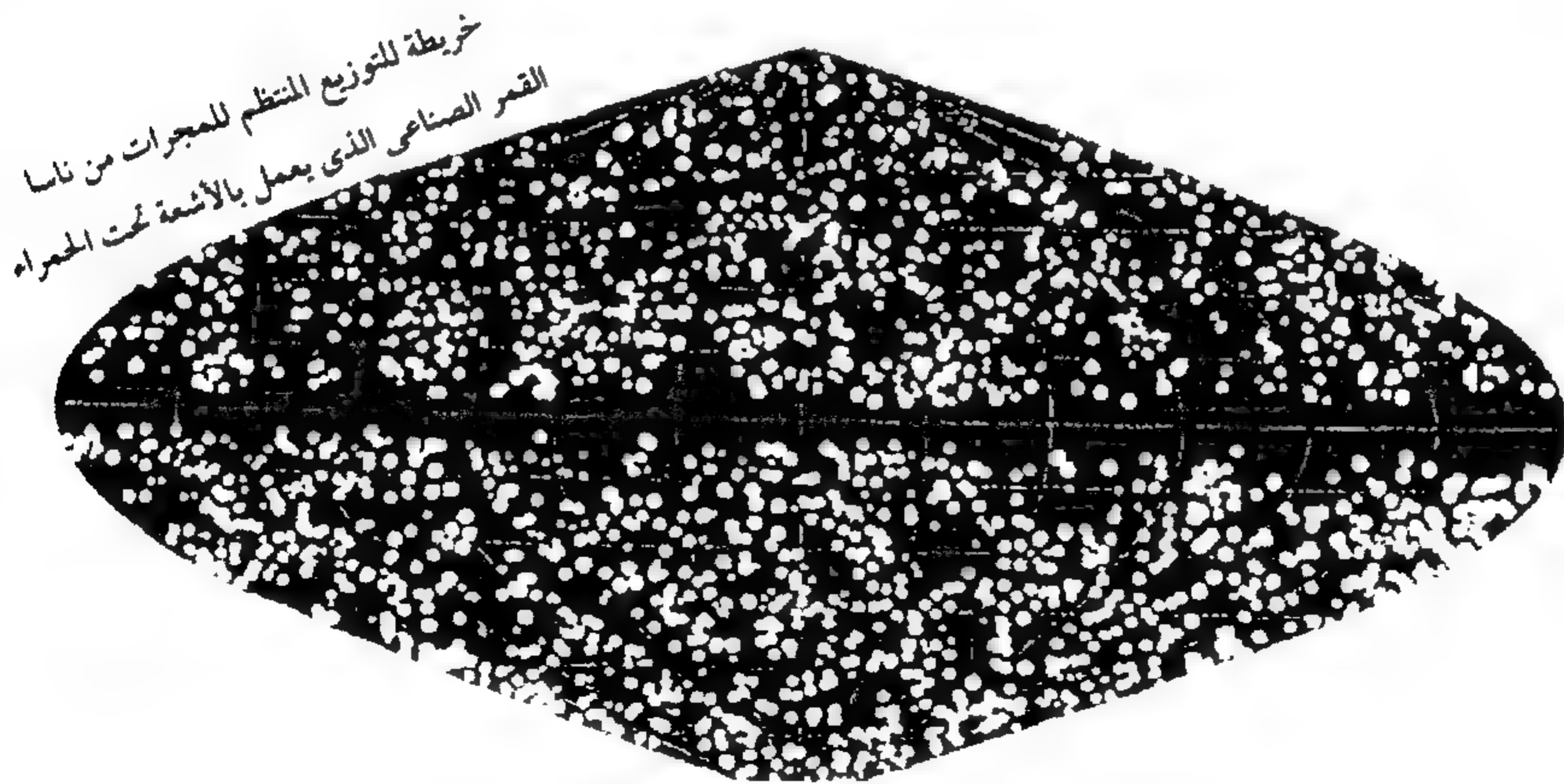




والأكوان المغلقة تحقق هذا الشرط. فهي محدودة ولكن ليست لها أحرف، مشابهة للسطح ثنائي الأبعاد للأرض. فهي تتمدد ثم تصل إلى نقطة توقف ثم تعود إلى نفس النقطة تماماً مثل النقطة التي تتحرك على إطار تجويف كروي كما هو موضح في الرسم. وعن طريق وصفها بهذه الصورة فإن الأكوان المغلقة يكون لها بداية ونهاية فقط في الزمن الحقيقي. أما المركبة الوهمية فهي في الحقيقة متصلة. لذلك قام هـ و هـ بإخفاء نقط الانفردية في الكون المغلق.



وقد تحققوا أيضاً أن الكون المنتظم هو أكثر الاحتمالات ، لذلك فقد توصلوا إلى أن كوننا مغلق ومنتظم في نفس الوقت، أي أنه عبارة عن كره محدودة من الفضاء والزمن بدون أحرف.



خريطة للتوزيع المنتظم للمجرات من ناسا  
القمر الصناعي الذي يعمل بالأشعة تحت الحمراء

قسم الرياضيات التطبيقية  
والفيزياء النظرية، ١٧ فبراير ١٩٩٥

كما أخبر هوكنج مؤلف هذا الكتاب قبل نشره بستة أسابيع ...

مبدأ اللاحدود يتنبأ بأن الكون قد بدأ بطريقة منظمة جداً. ثمدد بالانتفاخ  
أولاً ثم وصل إلى الانفجار العظيم ثم بعد ذلك يتمدد إلى نصف قطر  
أعظم ومن بعدها ينهار في سحق عظيم بطريقة غير منظمة وغير مرتبة.

يتمى عند ذلك الوقت الحقيقى ولكن ينمر الكون



تنبأ نظريتك بأن الكون المنتظم المغلق هو  
أكثر الاحتمالات وأن تغيرات الكثافة يجب  
أن تكون موجودة في الكون الابتدائى نتيجة  
للتموجات الكمية.

يبدو أن مبدأ اللاحدود هو بيضتك  
الذهبية الثالثة



لقد وضحت الحسابات التى تمت على نماذج بسيطة أن الكون المبني على مبدأ  
اللاحدود يبدو مشابهاً كثيراً لكوننا. بالإضافة إلى ذلك يجب أن يصاحب هذا بعض  
الأفكار الهامة من علم الكونيات مثل الانتفاخ والتموجات الكمية. وحتى المبدأ  
الإنسانى يبدو متوافقاً، يجب أن تكون لديك صورة جيدة جداً عن الكون الذى اقترحه  
ستيفن هوكينج. شىء غير سىء بالنسبة لمبتدئ!

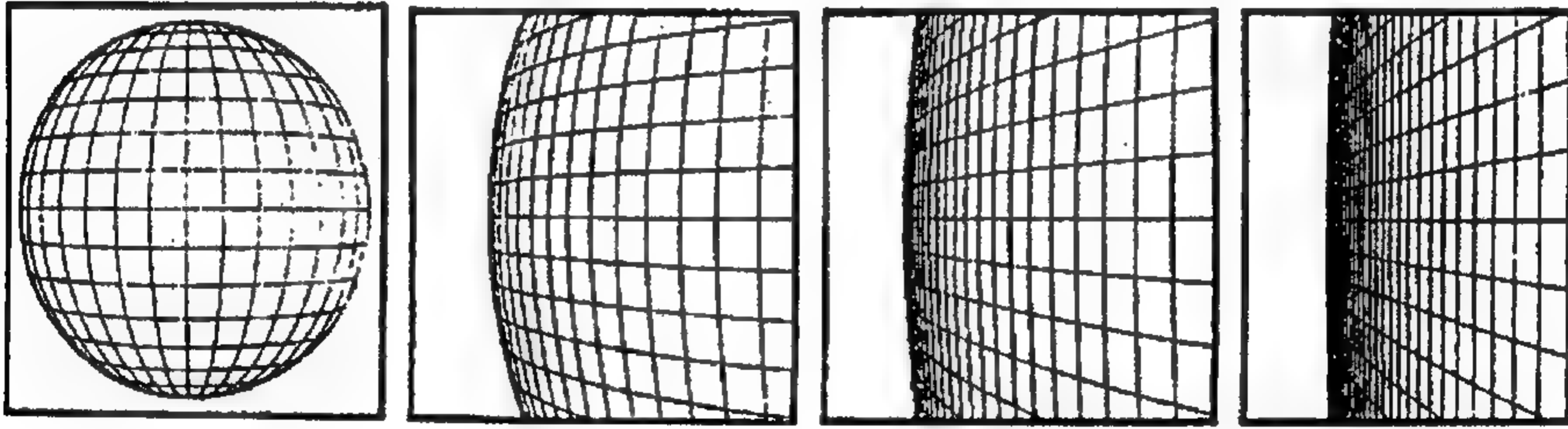
### الانتفاخ

فى نهاية السبعينات تم تقديم مبدأ جديد للانتفاخ والذى يفترض أن الكون تمدد من  
حالة ابتدائية أصغر من حجم البروتون الى جسم كبير فى حدود عشرة أمتار خلال  
كسور من الثانية. وكان معدل هذا التمدد هائلاً وقد حلت هذه الفكرة مشكلتين دائماً  
ما أزعجتا علماء الكونيات :

١ - لماذا يبدو الكون مستوياً لهذه الدرجة أى أنه لا يظهر أى انحناء ؟

٢ - لماذا تكون الخلفية الإشعاعية منتظمة إلى هذا الحد ؟

١ - أول هذه الأسئلة يتضمن تناغم كثافة كتلة الكون مع القيمة الحرجة منذ بداية التمدد  
(ص ٥٢). ولكن التمدد السريع فى البداية أدى إلى استواء الكون كما هو واضح  
بالشكل:



استواء الكون عن طريق الانتفاخ

٢ - يوضح الانتفاخ كذلك سبب انتظام الخلفية الإشعاعية. عندما كان الكون فى حجمه  
المتناهى فى الصغر كانت كل المادة والطاقة متجانسة حيث إن كل شىء كان مرتبطاً بكل  
شىء. ومع حدوث الانتفاخ انتشر هذا التجانس فى الكون الأكبر الذى استمر فى التمدد.  
لذلك عندما انفصل ازدواج المادة والإشعاع بعد ٣٠٠٠٠٠ سنة ظل الكون منتظماً.

## الانتفاخ والتموجات الكمية

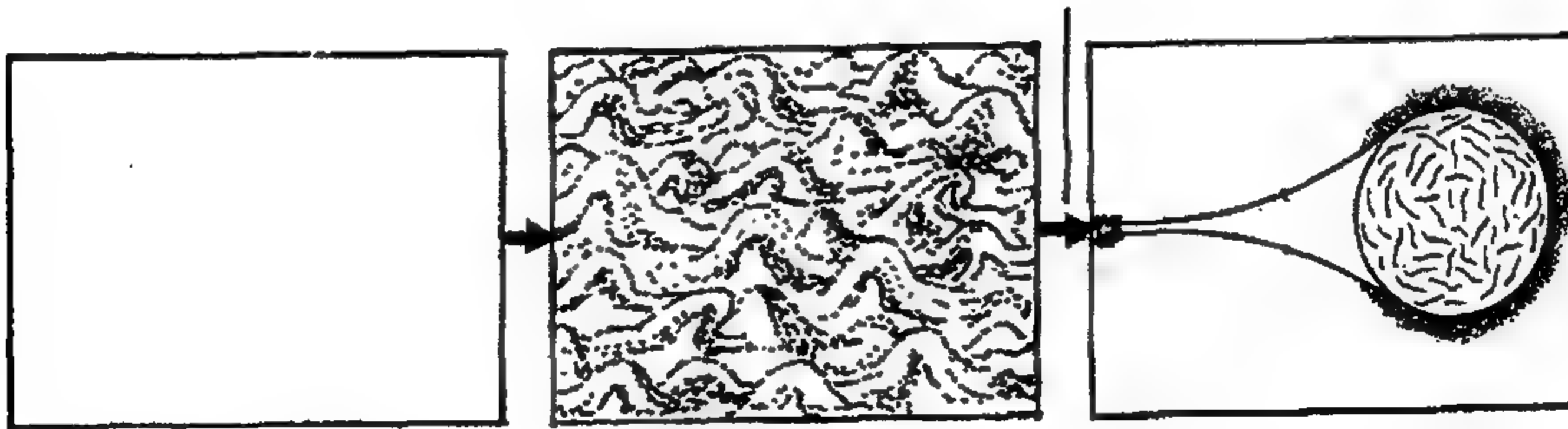
إن الانتفاخ الذى طور الكون الابتدائى من الممكن أن يكون أنتج تغيرات فى الكثافة والتى من الممكن أن توضح تكوين المجرات. وإذا أمعنا النظر فى أى نظام فيزيائى (حتى الفراغ) نلاحظ تأثيرات التموجات الكمية.

ولا يمكن أن يمحى الانتفاخ هذه التموجات الكمية ولكنه يحولهم إلى تغيرات فى الكثافة والتى تظهر على هيئة تموجات فى المادة والطاقة فى الفضاء والزمن. وهذه التموجات من الممكن أن تطبع فى الخلفية الإشعاعية فى صورة تغيرات دقيقة فى درجة الحرارة. وكانت هذه التغيرات الدقيقة هدف جورج سموت وفريقه البحثى عندما أطلقوا تجربة COBE (قمر صناعى مستكشف للخلفية الإشعاعية الكونية). نحن نحتاج أكثر من مبدأ شهير ...

### أول كسر من الثانية

تم استعارة الطاقة الموجية من  
مجال الجذب الانتفاخي  
لتكوين المادة ( $E = mc^2$ )

التغيرات فى كثافة الطاقة  
كتأثير من التموجات الكمية



الفراغ (لا شىء)

الفراغ (مكبراً) : يوضح  
التموجات الكمية

انتفاخ كوننا (المبدأ  
الإنسانى)

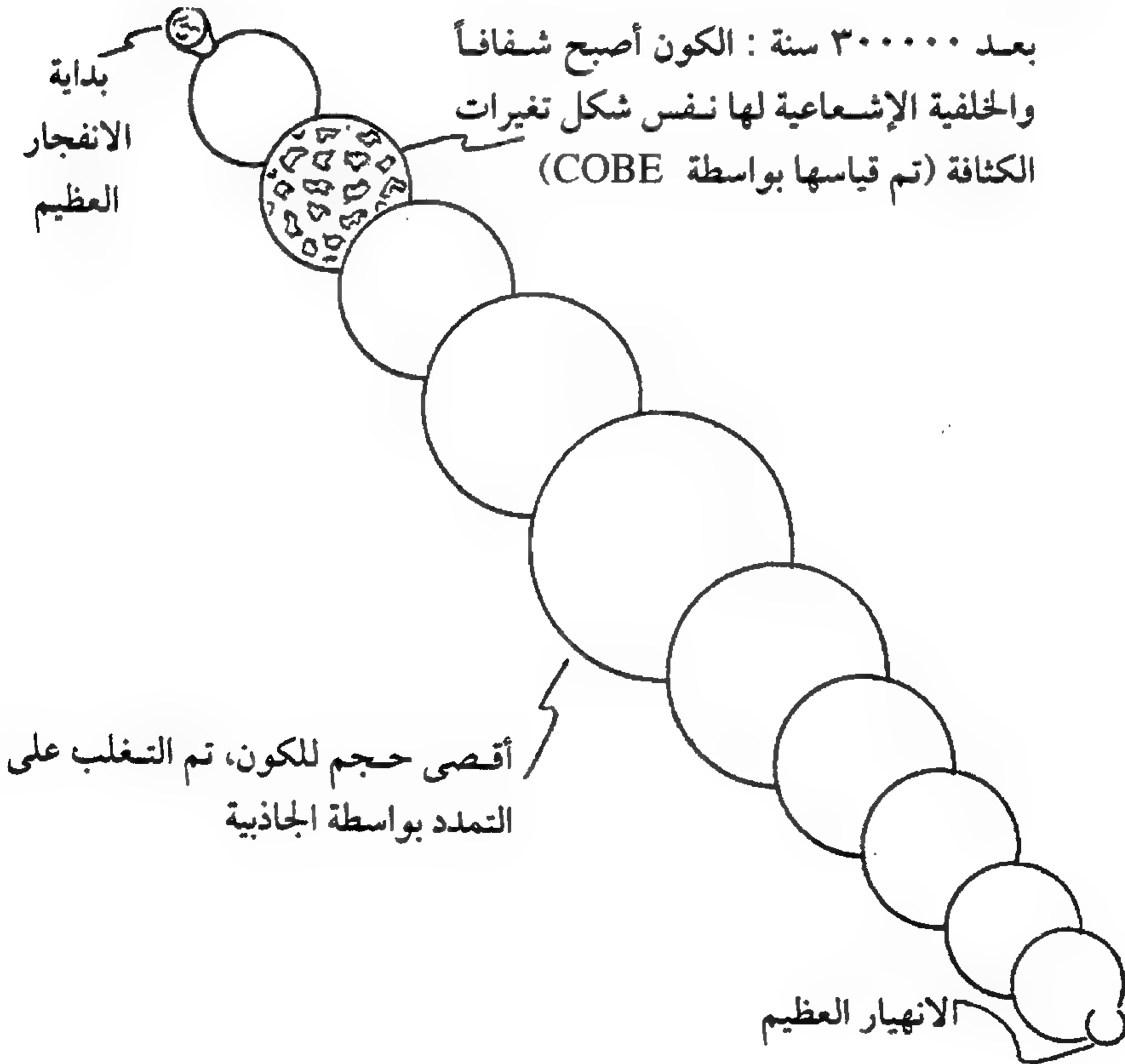


## المبدأ الإنساني

هذا المبدأ عبارة عن ملاحظة شبه ميتافيزيقية والتي تتضمن أنه إذا كان الكون لا يبنى على الثوابت الأساسية للطبيعة والتي تسمح لوجود الحياة وتطور الذكاء فلن يتمكن أى شخص من معرفة خصائص ذلك الكون. وذلك هو السبب الذى جعل الكون الذى نعيش فيه متماشياً معنا، فإنه قد تم توفيقه بصورة تامة.

وبالرغم من أن هناك الكثير ممن استهجنوا هذه الفكرة ومن أمثلة هؤلاء نوبل لارويت ستيفن فاينبرج (الذى كتب كتاباً مؤسساً عن الكون الأول يسمى ، الثلاثة دقائق الأولى) الذى يقضى بأن علم الكونيات الكمي يمدنا بمحتوى أصبح فيه المبدأ الإنسانى معنى شائعاً وبسيطاً. وأكثر الأكوان احتمالاً هو ذلك الكون الذى نعيش فيه ! وكما قال فيلسوف فولتير السخيف بانجلوس لكانديد : «نحن نعيش فى أفضل العوالم الممكنة».

الألف بليون سنة التالية



## جائزة نوبل لهوكنج

لقد تسلم هوكنج تقريباً كل جائزة وتقدير يمكن أن يُمنح لعالم. والسؤال الطبيعي الآن هو : هل سيتمنح أفضل وأشهر هذه الجوائز - وهي دعوته إلى الأكاديمية الملكية للعلوم في ستوكهولم لتسليمه جائزة نوبل في الفيزياء؟



هناك بعض التعقيدات ، وأول هذه التعقيدات هو أن هذه الجائزة نادراً ما منحت لشخص في الفلك أو علم الكونيات ولا حتى في الفيزياء المجردة. وثانيها أكثر من ذلك جدية. لقد كان ألفريد نوبل (الذي حقق ثروته من حق براءة اختراع المادة المفرقة TNT) رجلاً عملياً وأصر أن يتم تحقيق الاكتشافات النظرية بتجارب عملية من أجل قانونية وشرعية هذه الجائزة. وبالنسبة لعلماء الكونيات مثل هوكنج تمتد معاملهم إلى أقصى مناطق بعيدة في الكون. ومن هنا من الصعب جداً إن لم يكن مستحيلاً تحقيق أفكارهم عملياً وربما يأخذ ذلك عقوداً على الأقل.



دعنا نراجع الاكتشافات النظرية لهوكنج التى ربما تجعله يفوز بجائزة نوبل :

١- باستخدام النسبية العامة أوضح هوكنج وبنروز أن المبدأ التقليدى للزمن يجب أن يكون قد بدأ بانفرادية عند الانفجار العظيم ولذلك فإن الكون كان عبارة عن حالة ساخنة وكثيفة فى لحظة من اللحظات.

٢- فى عام ١٩٧٤ اكتشف أن الثقوب السوداء تطلق إشعاعاً (يسمى إشعاع هوكنج) مثل أى جسم ديناميكى حرارى آخر ولها درجة حرارة (تناسب لجذبها السطحي) وانتروبى (يتناسب لمساحة سطحها).

٣- لقد وضع نموذجاً للكون الأولى هو وجيم هارتل وأسماء بمبدأ اللاحدود وقد تنبأ فيه بتغيرات فى الكثافة فى الكون الأولى كنتيجة للتموجات الكمية. ولسوء الحظ لا يعتبر أعظم أعماله (إشعاع هوكنج) ملائماً لجائزة نوبل وذلك لاستحالة التقاطه.

على أية حال يمكن إثبات كل من انفرادية الانفجار العظيم وكذلك التموجات الكمية باستخدام قياسات دقيقة جداً للخلفية الإشعاعية الكونية.

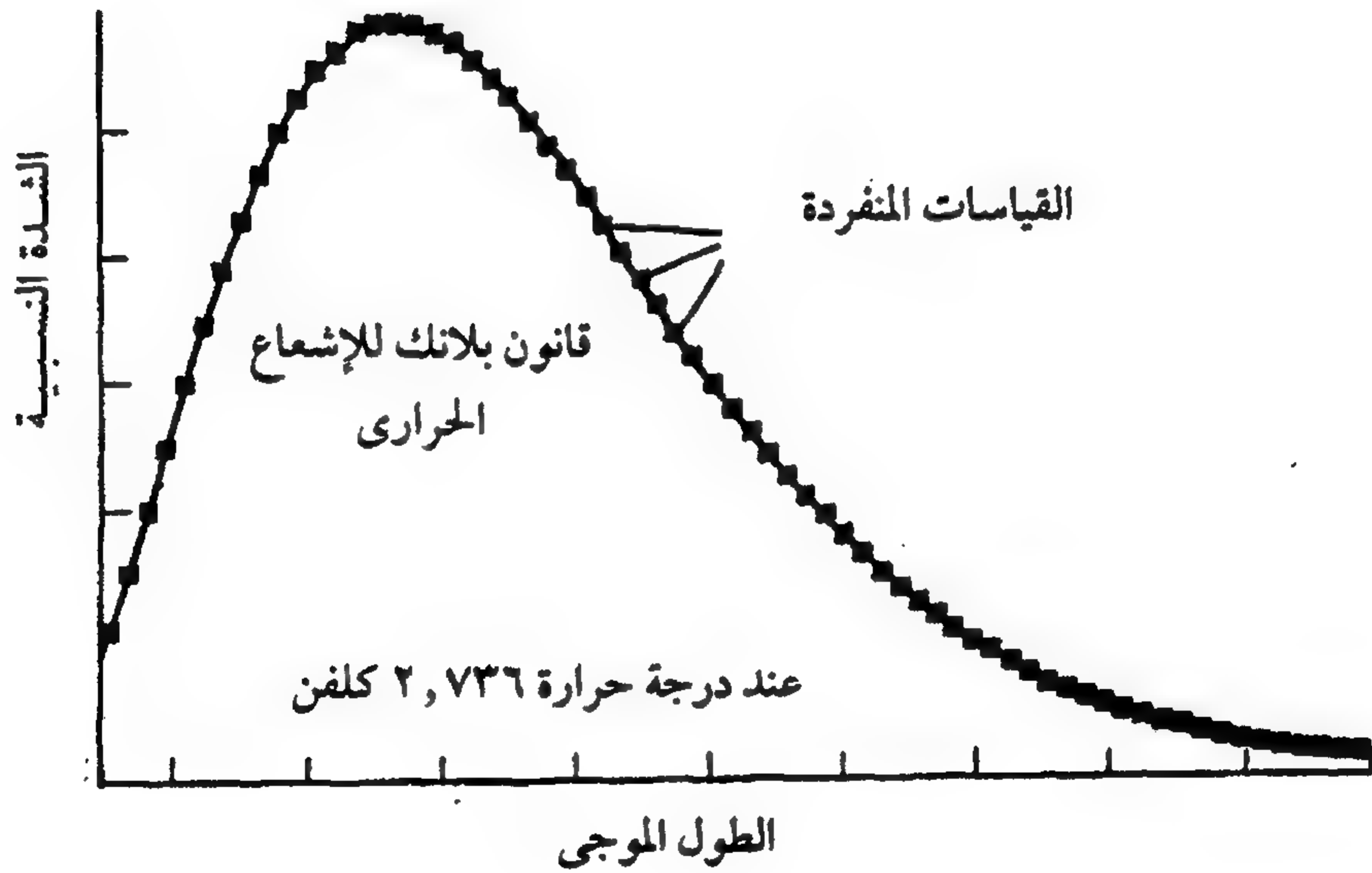
وهذا هو بالفعل ما قام به مشروع COBE ما بين ١٩٨٩ و ١٩٩٢ .

## COBE ، أعظم اكتشاف على مر التاريخ (٩)

مر أكثر من اثني عشر عاماً لتصميم وتشغيل COBE ولكن نتائجه كانت مذهلة. ولقد تم إطلاقه في عام ١٩٨٩ ولزم وقت ثمانى دقائق لعمل قياسات مثل التى قام بها بنزياس وويلسون في عام ١٩٦٤ ولكن عند أطوال موجية كثيرة جداً في هذه المرة. وقد وضحت هذه النتائج منحنى مثالياً للإشعاع الحرارى (انظر ص ١٠٣) لدرجة حرارة ٢,٧٣٦ درجة فوق الصفر المطلق.

كان هذا هو COBE 1 الذى استخدم مقياس إشعاع ميكروويفى مطلق تتم معايرته بواسطة مسار من سائل الهليوم على متن القمر الصناعى. وقد أثبتت هذه النتائج بدون شك أن هذه الكاشفات التقطت بقايا الحالة الساخنة الكثيفة الأولى للكون والتي نطلق عليها الانفجار العظيم. ومثل هذا المنحنى من الممكن أن يجعل ماكس بلانك يرتعد مثلما فعل كل من كان في الجمعية الملكية الأمريكية عند تقديمه عام ١٩٩٠.

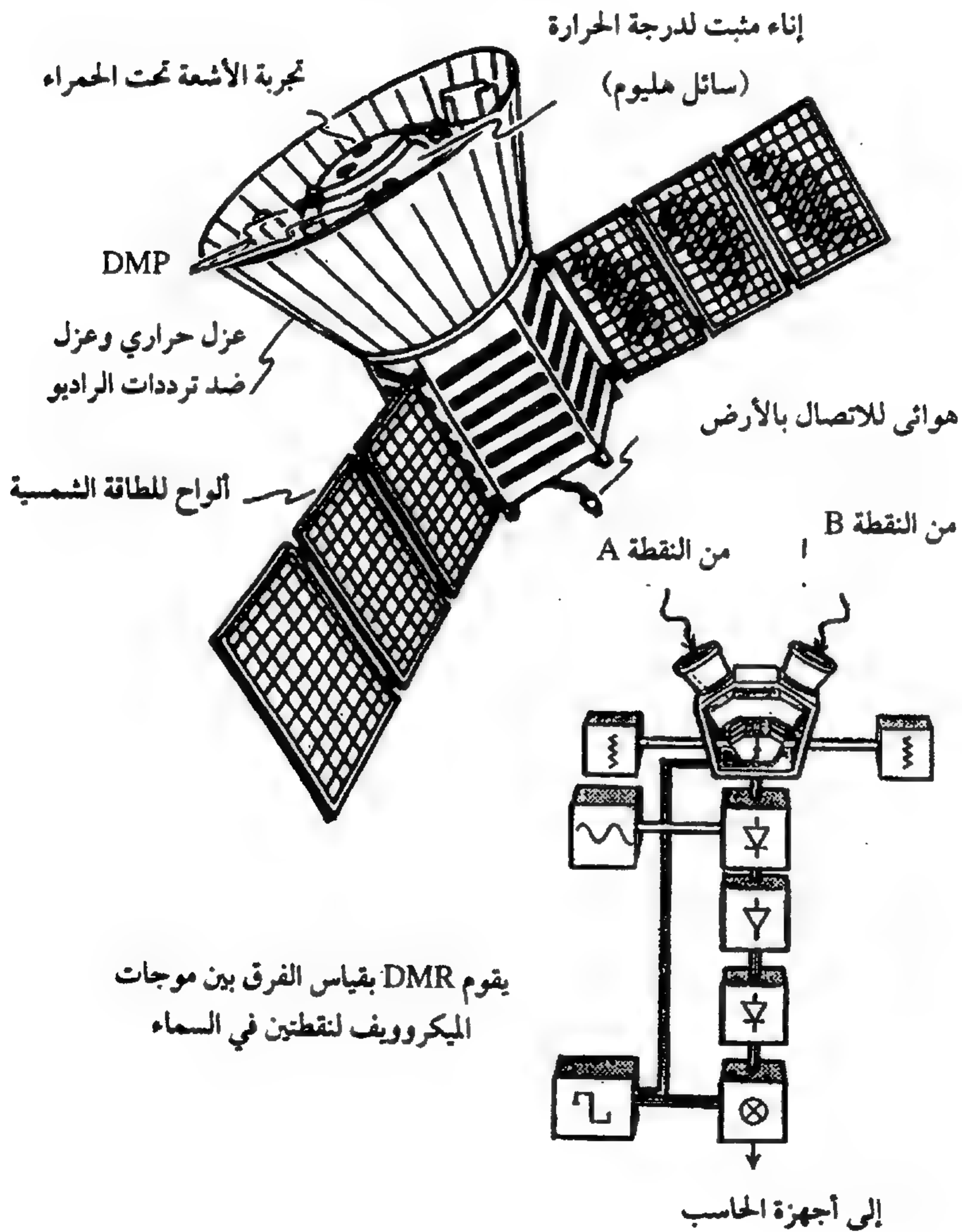
قياسات COBE للخلفية الإشعاعية.





ولكن الأخبار السارة ما زالت تتوالى، تم إطلاق COBE II والذي استخدم مقياس إشعاع ميكروويفي (DMR) على درجة عالية من الحساسية والتي تقيس الفرق في درجات الحرارة بين نقطتين في الفضاء بدلاً من قياس درجة الحرارة المطلقة عند نقطة واحدة. وكانت نتائج COBE I على الشكل : درجة الحرارة عند النقطة  $A = 2,725$  ولكن COBE II مستخدماً اثنين من أجهزة الالتقاط (DMR) أعطى الإجابة : فرق درجات الحرارة بين النقطة A والنقطة B هو  $0,002$  درجة.

#### مركبة فضاء COBE

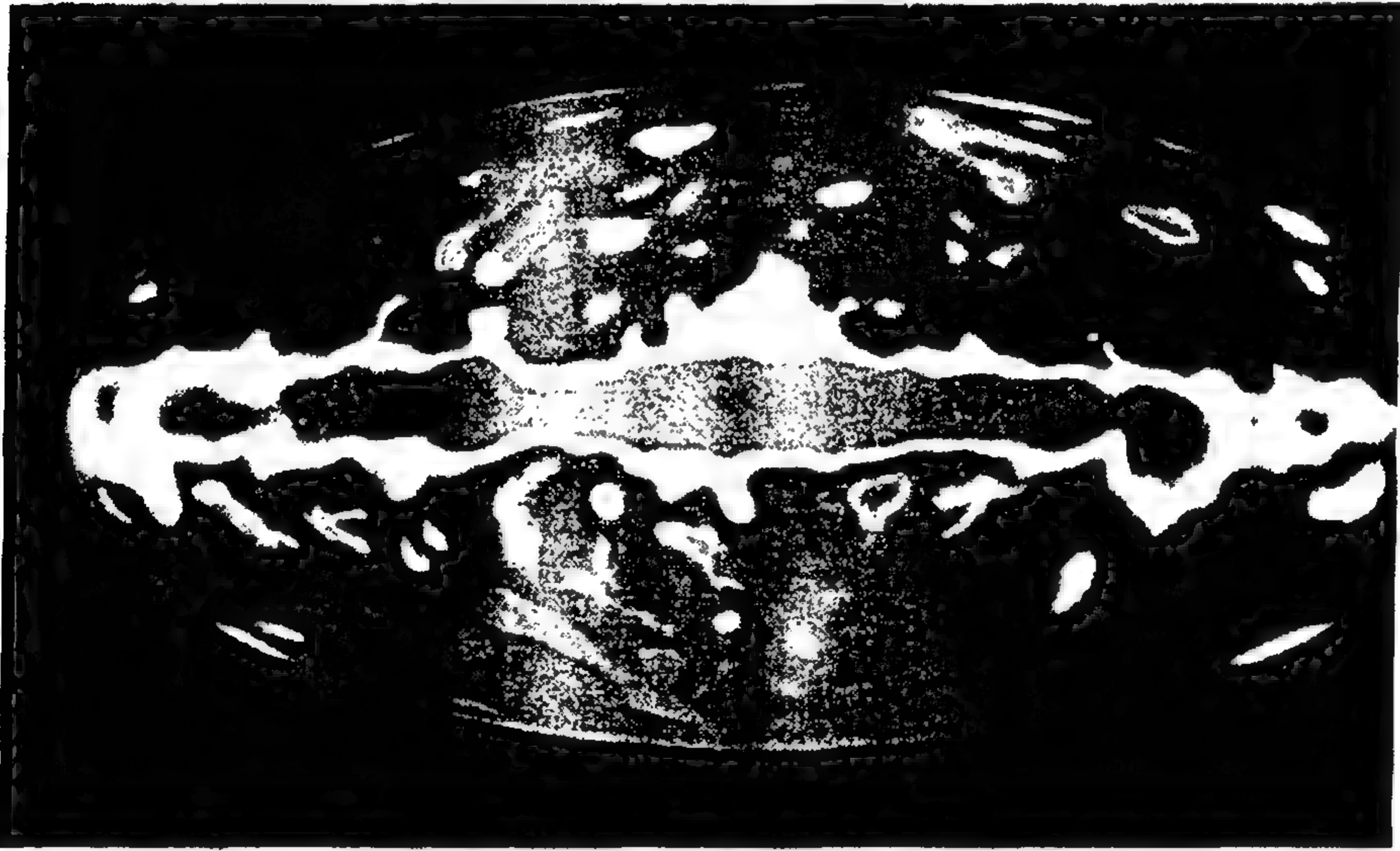


وكان هذا هو مشروع جورج سموت للبحث عن دليل للتموجات فى الفراغ والوقت للكون المعمر ٣٠٠٠٠٠ عام. وفى أبريل عام ١٩٩٢ بعد أكثر من عامين من تجميع النتائج والتحليل قام سموت وفريقه بإعلان هام جداً وهو أن COBE قام باكتشاف فروق فى درجات الحرارة تصل إلى حوالى واحد على مائة ألف من الدرجة فى الخلفية الإشعاعية.

وبناءً على حسابات الكمبيوتر  
كانت درجة الحرارة مرتفعة قليلاً فى  
اتجاه المجموعات المجرية ومنخفضة  
قليلاً فى اتجاه الفضاء الكونى



خريطة COBE للسماء الميكروويفية توضح مجرتنا والتموجات الكونية



ويبدو أنه أصبح ممكناً الآن تفسير بعض التركيبات التى نراها فى كوننا الآن على أنها أحداث تمت قبل بلايين السنين.



وقد كانت ردود الأفعال مبشرة في كل أنحاء العالم.



لقد قام COBE برسم خريطة للسماء  
وقاس الخلفية الإشعاعية للانفجار  
العظيم.



إن هذا هو أعظم اكتشاف في القرن إن لم يكن الأعظم على الإطلاق

إذا كنت متديناً،  
فهذا يشابه  
رؤيتك لله



ولقد وضع كل من هوكنج وسموت قواعد وتصريحات امتدت إلى كل النواحي. وقد قبل سموت الانفجار العظيم على أنه لحظة خلق وذلك لكونه متديناً وقد حرسته نتائج COBE عاطفياً.

لكن هوكنج يرى الأشياء باختلاف، فالنسبة له الاختلافات في الخلفية الإشعاعية التي تم قياسها بواسطة COBE ما هي إلا دليل على وجود تموجات كمية في الكون المتفخ متفقة بذلك مع مبدأ اللاحدود الذي وضعه. فلا يتعجب أحد لكونه مبتسماً. وقد رأى كل العلماء أن نجاح COBE ما هو إلا تأكيد مذهل لعلم كونيّات الانفجار العظيم. ولكن لم ينته العمل بعد، فربما تكون الحلول النهائية لألغاز بداية وتركيب الكون أكثر تعقيداً.

وتعتبر مبادئ مركزية الأرض الذي وضعه سقراط والبطالمة ومركزية الشمس الذي وضعه كوبرنيكوس والبيضة الكونية الذي وضعه لامايتر ومبدأ اللاحدود الذي وضعه هوكنج خطوات في طريق الفهم الأعمق للكون ومكاننا فيه. وهذه الرحلة مطروحة لكل شخص ليفهمها ويتأملها ويستمتع بها.



شيخ وليام هوكنج عالم الكونيات ومثال لإنسان عام ٢٠٠٠ بعد الميلاد قام بأداء دوره بالتاكيد.

## المحتويات

الموضوع	الصفحة
مقدمة .....	5
أكثر الرجال حظاً في العالم .....	7
النظرية النسبية العامة .....	15
نيوتن : مبدأ القوة .....	18
أربعة أنواع من القوى في الكون .....	19
The principia المبادئ الرياضية .....	22
نيوتن وهوكنج .....	25
مبدأ الكتلة .....	28
ألبرت اينشتين، منقذ الفيزياء التقليدية .....	32
أينشتين وهوكنج .....	35
أسعد فكرة لأينشتين .....	36
الحضيض الشمسي لعطارد: من المشكلة إلى الحل .....	39
العثور على المعادلة الصحيحة .....	40
معادلات المجال : ماذا تعني ؟ .....	42
توضيح الفضاء المنحني : نموذج الرقيقة المطاطية .....	44
اثناء ضوء النجم: كسوف ٢٩ مايو ١٩١٩ .....	46
حل معادلات أينشتين: نقطة البداية لأبحاث هوكنج .....	49
(١) هندسة سكوارزتشيلد .....	50
نصف القطر الحرج .....	51
(٢) فريدمان: الكون المتمدد .....	52
مؤسس الانفجار العظيم: هدف «لامتر» الأساسي .....	54
(٣) أوبنهايمر: في الانهيار المستمر للجاذبية .....	56
١ سبتمبر ١٩٣٩ .....	58
١٩٤٢ نقطة تحول في هذه القصة .....	60
وفاة أينشتين .....	61



69	عصر هوكنج .....
77	مشرف الرسالة غير الأناني .....
82	شيء تحتاج معرفته: ماهي الانفرادية؟ .....
89	تطور الكون .....
90	١٩٦٥: عام كبير بالنسبة لهوكنج .....
91	عقل غير قادر على التوقف .....
92	ثورة الستينات .....
94	دالاس ١٩٦٣ .....
97	شيء تحتاج إلى معرفته: الطيف الكهرومغناطيسي .....
99	١٩٦٣: أشباه النجوم Quasars .....
101	١٩٦٥: الخلفية الإشعاعية للكون .....
102	شيء ما تحتاج معرفته: الإشعاع الحرارى .....
105	تاريخ الكون .....
110	الثقوب السوداء .....
111	عصر الثقوب السوداء .....
112	ما هي الثقوب السوداء ؟ .....
113	مولد وموت النجوم .....
116	كيف تنهار النجوم لتكون الأقزام البيضاء والنجوم النيترونية والثقوب السوداء
120	ماذا يحدث إذا سقط شخص ما داخل الثقب الأسود؟ .....
121	الدليل الرصدى للثقوب السوداء .....
125	السبعينات : هوكنج والثقوب السوداء .....
128	لحظة الإلهام عند هوكنج .....
130	قوانين الديناميكا الحرارية .....
134	والآن نعود للثقوب السوداء .....
135	المولد البحثى لفكرة جديدة .....
137	أغسطس ١٩٧٢، مدرسة لوهانش الصيفية فى فيزياء الثقوب السوداء.....
140	مبدأ اللاتيقن والجسيمات المفترضة.....
145	فبراير ١٩٧٤، معمل راذر فورد .....

151	..... هوكنج والفاتيكان - جاليليو العصر الحديث
156	..... هوكنج والكون الأول
157	..... لماذا نحتاج لنظرية الكم؟
158	..... علم الكونيات الكمي
159	..... الجذب الكمي أو (ن ك ش)
161	..... علم الكونيات الكمي والزمن المركب
162	..... الموجات والجسيمات: سخرية الطبيعة من علماء الفيزياء
163	..... العالم الغريب لميكانيكا الكم
164	..... علم الكونيات الكمي: تطبيق معادلة شرودنجر لكل الكون
166	..... قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية: ١٧ فبراير ١٩٩٥
168	..... الانتفاخ والتموجات الكمية
169	..... المبدأ الإنساني
170	..... جائزة نوبل لهوكنج
172	..... COBE : أعظم اكتشاف على مر التاريخ (؟)

## المشروع القومى للترجمة

المشروع القومى للترجمة مشروع تنمية ثقافية بالدرجة الأولى، ينطلق من الإيجابيات التى حققتها مشروعات الترجمة التى سبقته فى مصر والعالم العربى ويسعى إلى الإضافة بما يفتح الأفق على وعود المستقبل، معتمداً المبادئ التالية :

- ١ - الخروج من أسر المركزية الأوروبية وهيمنة اللغتين الإنجليزية والفرنسية.
- ٢ - التوازن بين المعارف الإنسانية فى المجالات العلمية والفنية والفكرية والإبداعية.
- ٣ - الإنحياز إلى كل ما يؤسس لأفكار التقدم وحضور العلم وإشاعة العقلانية والتشجيع على التجريب.
- ٤ - ترجمة الأصول المعرفية التى أصبحت أقرب إلى الإطار المرجعى فى الثقافة الإنسانية المعاصرة، جنباً إلى جنب المنجزات الجديدة التى تضع القارئ فى القلب من حركة الإبداع والفكر العالميين.
- ٥ - العمل على إعداد جيل جديد من المترجمين المتخصصين عن طريق ورش العمل بالتنسيق مع لجنة الترجمة بالمجلس الأعلى للثقافة.
- ٦ - الاستعانة بكل الخبرات العربية وتنسيق الجهود مع المؤسسات المعنية بالترجمة.



## المشروع القومى للترجمة

١ - اللغة العليا (طبعة ثانية)	جون كوين	ت : أحمد درويش
٢ - الوثنية والإسلام	ك. مادهو باننيكار	ت : أحمد فؤاد بليغ
٣ - التراث المسروق	جورج جيمس	ت : شوقي جلال
٤ - كيف تتم كتابة السيناريو	انجا كارييتكوفنا	ت : أحمد الحضري
٥ - ثريا فى غيبوبة	إسماعيل فصيح	ت : محمد علاء الدين منصور
٦ - اتجاهات البحث اللساني	ميلكا إفيتش	ت : سعد مصلوح / وفاء كامل فايد
٧ - العلوم الإنسانية والفلسفة	لوسيان غولدمان	ت : يوسف الأنطكي
٨ - مشعلو الحرائق	ماكس فريش	ت : مصطفى ماهر
٩ - التغيرات البيئية	أندروس. جودى	ت : محمود محمد عاشور
١٠ - خطاب الحكاية	جيرار جينيت	ت : محمد معصم وعبد الجليل الأزنى وعمر طي
١١ - مختارات	فيسوفا شيمبوريسكا	ت : هناء عبد الفتاح
١٢ - طريق الحرير	ديفيد براونستون وايرين فرانك	ت : أحمد محمود
١٣ - ديانة الساميين	روبرتسن سميث	ت : عبد الوهاب علوب
١٤ - التحليل النفسى والأدب	جان بيلمان نويل	ت : حسن المودن
١٥ - الحركات الفنية	إنوارد لويس سميث	ت : أشرف رفيق عفيفى
١٦ - أثينة السوداء	مارتن برنال	ت : بإشراف / أحمد عثمان
١٧ - مختارات	فيليب لاركين	ت : محمد مصطفى بدوى
١٨ - الشعر النسائى فى أمريكا اللاتينية	مختارات	ت : طلعت شاهين
١٩ - الأعمال الشعرية الكاملة	جورج سفيريس	ت : نعيم عطية
٢٠ - قصة العلم	ج. ج. كراوثر	ت: يمنى طريف الخولى / بدوى عبد الفتاح
٢١ - خوخة وألف خوخة	صمد بهرنجى	ت : ماجدة العنانى
٢٢ - مذكرات رحالة عن المصريين	جون أنتيس	ت : سيد أحمد على الناصرى
٢٣ - تجلى الجميل	هانز جيورج جادامر	ت : سعيد توفيق
٢٤ - ظلال المستقبل	باتريك بارندر	ت : بكر عباس
٢٥ - مثنوى	مولانا جلال الدين الرومى	ت : إبراهيم الدسوقي شتا
٢٦ - دين مصر العام	محمد حسين هيكل	ت : أحمد محمد حسين هيكل
٢٧ - التنوع البشرى الخلاق	مقالات	ت : نخبة
٢٨ - رسالة فى التسامح	جون لوك	ت : منى أبو سنه
٢٩ - الموت والوجود	جيمس ب. كارس	ت : بدر الديب
٣٠ - الوثنية والإسلام (ط٢)	ك. مادهو باننيكار	ت : أحمد فؤاد بليغ
٣١ - مصادر دراسة التاريخ الإسلامى	جان سوفاجيه - كلود كاين	ت : عبد الستار الطوجى / عبد الوهاب علوب
٣٢ - الانقراض	ديفيد روس	ت : مصطفى إبراهيم فهمى
٣٣ - التاريخ الاقتصادى لإفريقيا الغربية	أ. ج. هوبكنز	ت : أحمد فؤاد بليغ
٣٤ - الرواية العربية	روجر آلن	ت : حصّة إبراهيم المنيف
٣٥ - الأسطورة والحداثة	بول . ب . ديكسون	ت : خليل كلفت

٣٦ - نظريات السرد الحديثة	والاس مارتن	ت : حياة جاسم محمد
٣٧ - واحة سيوة وموسيقاها	بريجيت شيفر	ت : جمال عبد الرحيم
٣٨ - نقد الحداثة	آلن تورين	ت : أنور مغيث
٣٩ - الإغريق والحسد	بيتر والكوت	ت : منيرة كروان
٤٠ - قصائد حب	آن سكستون	ت : محمد عيد إبراهيم
٤١ - ما بعد المركزية الأوروبية	بيتر جران	ت : عاطف أحمد / إبراهيم فتحى / محمود ملج
٤٢ - عالم ماك	بنجامين بارير	ت : أحمد محمود
٤٣ - اللهب المزوج	أوكتافيو پاث	ت : المهدي أخريف
٤٤ - بعد عدة أصياف	ألدوس هكسلى	ت : مارلين تادرس
٤٥ - التراث المفقود	روبرت ج دنيا - جون ف أ فاين	ت : أحمد محمود
٤٦ - عشرون قصيدة حب	بابلو نيرودا	ت : محمود السيد على
٤٧ - تاريخ النقد الأدبى الحديث (١)	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٤٨ - حضارة مصر الفرعونية	فرانسوا دوما	ت : ماهر جويجاتى
٤٩ - الإسلام فى البلقان	هـ . ت . نوريس	ت : عبد الوهاب علوب
٥٠ - ألف ليلة وليلة أو القول الأسير	جمال الدين بن الشيخ	ت : محمد برادة وعثمانى الميلى ويوسف الأنطكى
٥١ - مسار الرواية الإسبانية أمريكية	داريو بيانوبيا وخـ . م بينياليستى	ت : محمد أبو العطا
٥٢ - العلاج النفسى التدعيمى	بيتر . ن . نوفاليس وستيفن . ج . روجسيفيتز وروجر بيل	ت : لطفى فطيم وعادل دمرdash
٥٣ - الدراما والتعليم	أ . ف . ألنجتون	ت : مرسى سعد الدين
٥٤ - المفهوم الإغريقى للمسرح	ج . مايكل والتون	ت : محسن مصيلحى
٥٥ - ما وراء العلم	چون بولكنجهوم	ت : على يوسف على
٥٦ - الأعمال الشعرية الكاملة (١)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود على مكى
٥٧ - الأعمال الشعرية الكاملة (٢)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود السيد ، ماهر البطوطى
٥٨ - مسرحيتان	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمد أبو العطا
٥٩ - المحبرة	كارلوس مونيت	ت : السيد السيد سهيم
٦٠ - التصميم والشكل	جوهانز ايتين	ت : صبرى محمد عبد الفنى
٦١ - موسوعة علم الإنسان	شارلوت سيمور - سميث	مراجعة وإشراف : محمد الجوهري
٦٢ - لذة النص	رولان بارت	ت : محمد خير البقاعى .
٦٣ - تاريخ النقد الأدبى الحديث (٢)	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٦٤ - برتراند راسل (سيرة حياة)	آلان وود	ت : رمسيس عوض .
٦٥ - فى مدح الكسل ومقالات أخرى	برتراند راسل	ت : رمسيس عوض .
٦٦ - خمس مسرحيات أندلسية	أنطونيو جالا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٦٧ - مختارات	فرناندو بيسوا	ت : المهدي أخريف
٦٨ - نتاشا العجوز وقصص أخرى	فالننتين راسبوتين	ت : أشرف الصباغ
٦٩ - العالم الإسلامى فى أول القرن العشرين	عبد الرشيد إبراهيم	ت : أحمد فؤاد متولى وهويدا محمد فهمى
٧٠ - ثقافة وحضارة أمريكا اللاتينية	أوخينيوشانج رودريجت	ت : عبد الحميد غلاب وأحمد حشاد
٧١ - السيدة لا تصلح إلا للرمى	داريو فو	ت : حسين محمود

- ٧٢ - السياسي العجوز ت . س . إليوت
- ٧٣ - نقد استجابة القارئ جين . ب . توميكنز
- ٧٤ - صلاح الدين والمماليك في مصر ل . ا . سيمينوفا
- ٧٥ - فن التراجم والسير الذاتية أندريه موروا
- ٧٦ - چاك لاكان وإغواء التحليل النفسى مجموعة من الكتاب
- ٧٧ - تاريخ النقد الأدبي الحديث ج ٢ رينيه ويليك
- ٧٨ - العولة : النظرية الاجتماعية والثقافة الكونية رونالد روبرتسون
- ٧٩ - شعرية التأليف بورييس أوسبنسكى
- ٨٠ - بوشكين عند «نافورة الدموع» ألكسندر بوشكين
- ٨١ - الجماعات المتخيلة بندكت أندرسن
- ٨٢ - مسرح ميغيل ميغيل دى أونامونو
- ٨٣ - مختارات غوتفريد بن
- ٨٤ - موسوعة الأدب والنقد مجموعة من الكتاب
- ٨٥ - منصور الحلاج (مسرحية) صلاح زكى أقطاي
- ٨٦ - طول الليل جمال مير صادقى
- ٨٧ - نون والقلم جلال آل أحمد
- ٨٨ - الابتلاء بالتغرب جلال آل أحمد
- ٨٩ - الطريق الثالث أنتوني جينز
- ٩٠ - وسم السيف (قصص) نخبة من كتاب أمريكا اللاتينية
- ٩١ - المسرح والتجريب بين النظرية والتطبيق باربر الاسوستكا
- ٩٢ - أساليب ومضامين المسرح كارلوس ميغل
- ٩٣ - إسبانيا وأمريكا المعاصر مايك فيذرستون وسكوت لاش
- ٩٤ - الحب الأول والصحة صمويل بيكيت
- ٩٥ - مختارات من المسرح الإسباني أنطونيو بوירו بايخو
- ٩٦ - ثلاث زنبقات ووردة قصص مختارة
- ٩٧ - هوية فرنسا (مج ١) فرنان برودل
- ٩٨ - الهم الإنسانى والابتزاز الصهيونى نماذج ومقالات
- ٩٩ - تاريخ السينما العالمية ديفيد روبنسون
- ١٠٠ - مساعلة العولة بول هيرست وجراهام تومبسون
- ١٠١ - النص الروائى (تقنيات ومناهج) بيرنار فاليط
- ١٠٢ - السياسة والتسامح عبد الكريم الخطيبى
- ١٠٣ - قبر ابن عربى يليه آباء عبد الوهاب المؤدب
- ١٠٤ - أوبرا ماهوجنى برتولت بريشت
- ١٠٥ - مدخل إلى النص الجامع جيرارچينيت
- ١٠٦ - الأدب الأندلسى د. ماريا خيسوس روبييرامتى
- ١٠٧ - صبرة الفدائى فى الشعر الأمريكى المعاصر نخبة
- ت : فؤاد مجلى
- ت : حسن ناظم وعلى حاكم
- ت : حسن بيومى
- ت : أحمد درويش
- ت : عبد المقصود عبد الكريم
- ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
- ت : أحمد محمود ونورا أمين
- ت : سعيد الغانمى وناصر حلاوى
- ت : مكارم الغمرى
- ت : محمد طارق الشرقاوى
- ت : محمود السيد على
- ت : خالد المعالى
- ت : عبد الحميد شيحة
- ت : عبد الرازق بركات
- ت : أحمد فتحى يوسف شتا
- ت : ماجدة العنانى
- ت : إبراهيم الدسوقي شتا
- ت : أحمد زايد ومحمد محيى الدين
- ت : محمد إبراهيم مبروك
- ت : محمد هناء عبد الفتاح
- ت : نادية جمال الدين
- ت : عبد الوهاب علوب
- ت : فوزية العشماوى
- ت : سرى محمد محمد عبد اللطيف
- ت : إدوار الخراط
- ت : بشير السباعى
- ت : أشرف الصباغ
- ت : إبراهيم قنديل
- ت : إبراهيم فتحى
- ت : رشيد بنحدو
- ت : عز الدين الكتانى الإدريسى
- ت : محمد بنيس
- ت : عبد الغفار مكاوى
- ت : عبد العزيز شبيب
- ت : أشرف على دعور
- ت : محمد عبد الله الجعيدى



١٠٨ - ثلاث دراسات عن الشعر الأثليسي	مجموعة من النقاد	ت : محمود على مكي
١٠٩ - حروب المياه	جون بولوك وعادل درويش	ت : هاشم أحمد محمد
١١٠ - النساء في العالم النامي	حسنة بيجوم	ت : منى قطان
١١١ - المرأة والجريمة	فرانسيس هيندسون	ت : ريهام حسين إبراهيم
١١٢ - الاحتجاج الهادئ	أرلين علوى ماركليود	ت : إكرام يوسف
١١٣ - راية التمرد	سادى پلانت	ت : أحمد حسان
١١٤ - مسرحيات حصاد كونجى وسكان المستنق	وول شوينكا	ت : نسيم مجلى
١١٥ - غرفة تخص المرء وحده	فرجينيا وولف	ت : سمىة رمضان
١١٦ - امرأة مختلفة (درية شفيق)	سينثيا نلسون	ت : نهاد أحمد سالم
١١٧ - المرأة والجنوسة في الإسلام	ليلى أحمد	ت : منى إبراهيم ، وهالة كمال
١١٨ - النهضة النسائية في مصر	بث بارون	ت : لميس النقاش
١١٩ - النساء والأسرة وقوانين الطلاق	أميرة الأزهرى سنيل	ت : بإشراف/ رؤوف عباس
١٢٠ - الحركة النسائية والتطور في الشرق الأوسط	ليلى أبو لغد	ت : نخبة من المترجمين
١٢١ - الدليل الصغير في كتابة المرأة العربية	فاطمة موسى	ت : محمد الجندي ، وإيزابيل كمال
١٢٢ - نظام العبودية القديم ونموذج الإنسان	جوزيف فوجت	ت : منيرة كروان
١٢٣ - الإمبراطورية العثمانية وعلاقاتها الدولية	نيل الكسندر وفنادولينا	ت: أنور محمد إبراهيم
١٢٤ - الفجر الكاذب	جون جرائ	ت : أحمد فؤاد بلبع
١٢٥ - التحليل الموسيقي	سيدريك ثورپ ديفى	ت : سمحه الخولى
١٢٦ - فعل القراءة	قولفانج إيسر	ت : عبد الوهاب علوب
١٢٧ - إرهاب	صفاء فتحى	ت : بشير السباعى
١٢٨ - الأدب المقارن	سوزان باسنيت	ت : أميرة حسن نويرة
١٢٩ - الرواية الاسبانية المعاصرة	ماريا دولورس أسيس جاروته	ت : محمد أبو العطا وآخرون
١٣٠ - الشرق يصعد ثانية	أندريه جوند فرانك	ت : شوقى جلال
١٣١ - مصر القديمة (التاريخ الاجتماعى)	مجموعة من المؤلفين	ت : لويس بقطر
١٣٢ - ثقافة العولة	مايك فيذرستون	ت : عبد الوهاب علوب
١٣٣ - الخوف من المرايا	طارق على	ت : طلعت الشايب
١٣٤ - تشريح حضارة	بارى ج. كيمب	ت : أحمد محمود
١٣٥ - المختار من نقد ت. س. إليوت (ثلاثة أجزاء)	ت. س. إليوت	ت : ماهر شفيق فريد
١٣٦ - فلاحو الباشا	كينيث كونو	ت : سحر توفيق
١٣٧ - منكرات ضابط في الحملة الفرنسية	جوزيف مارى مواريه	ت : كاميليا صبحى
١٣٨ - عالم التلفزيون بين الجمال والعنف	إيقلينا تارونى	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٣٩ - باريسقال	ريشارد فاچنر	ت : مصطفى ماهر
١٤٠ - حيث تلتقى الأنهار	هربرت ميسن	ت : أمل الجبورى
١٤١ - اثنتا عشرة مسرحية يونانية	مجموعة من المؤلفين	ت : نعيم عطية
١٤٢ - الإسكندرية : تاريخ ودليل	أ. م. فورستر	ت : حسن بيومى
١٤٣ - قضايا التنظير في البحث الاجتماعى	بيريك لايدار	ت : عدلى السمرى
١٤٤ - صاحبة اللوكاندة	كارلو جولدونى	ت : سلامة محمد سليمان

١٤٥ - موت أرتيميو كروث	كارلوس فوينتس	ت : أحمد حسان
١٤٦ - الورقة الحمراء	ميجيل دى ليبس	ت : على عبد الرؤوف البعبي
١٤٧ - خطبة الإدانة الطويلة	تاتكريد دورست	ت : عبد الغفار مكاوى
١٤٨ - القصة القصيرة (النظرية والتقنية)	إنريكي أندرسون إمبرت	ت : على إبراهيم على منوفى
١٤٩ - النظرية الشعرية عند إليوت وأونيس	عاطف فضول	ت : أسامة إسبر
١٥٠ - التجربة الإغريقية	روبرت ج. ليتمان	ت: منيرة كروان
١٥١ - هوية فرنسا (مج ٢ ، ج ١)	فرنان برودل	ت : بشير السباعى
١٥٢ - عدالة الهنود وقصص أخرى	نخبة من الكتاب	ت : محمد محمد الخطابى
١٥٣ - غرام الفراعنة	فيولين فاتويك	ت : فاطمة عبد الله محمود
١٥٤ - مدرسة فرانكفورت	فيل سليتر	ت : خليل كلفت
١٥٥ - الشعر الأمريكى المعاصر	نخبة من الشعراء	ت : أحمد مرسى
١٥٦ - المدارس الجمالية الكبرى	جى أنبال وآلان وأوديت فيرمو	ت : مى التلمسانى
١٥٧ - خسرو وشيرين	النظامى الكنجوى	ت : عبد العزيز بقوش
١٥٨ - هوية فرنسا (مج ٢ ، ج ٢)	فرنان برودل	ت : بشير السباعى
١٥٩ - الإيديولوجية	ديفيد هوكس	ت : إبراهيم فتحى
١٦٠ - آلة الطبيعة	بول إيرليش	ت : حسين بيومى
١٦١ - من المسرح الإشبانى	اليخاندرو كاسونا وأنطونيو جالا	ت : زيدان عبد الحليم زيدان
١٦٢ - تاريخ الكنيسة	يوحنا الأسىوى	ت : صلاح عبد العزيز محجوب
١٦٣ - موسوعة علم الاجتماع ج ١	جوردون مارشال	ت بإشراف : محمد الجوهري
١٦٤ - شامبوليون (حياة من نور)	جان لاکوتير	ت : نبيل سعد
١٦٥ - حكايات الثلج	أ . ن أفانا سيفا	ت : سهير المصادفة
١٦٦ - العلاقات بين المتنبيين والطوائف فى إسرائيل	يشعياهو ليفمان	ت : محمد محمود أبو غدير
١٦٧ - فى عالم طاغور	رابندراناث طاغور	ت : شكرى محمد عياد
١٦٨ - دراسات فى الأدب والثقافة	مجموعة من المؤلفين	ت : شكرى محمد عياد
١٦٩ - إبداعات أدبية	مجموعة من المبدعين	ت : شكرى محمد عياد
١٧٠ - الطريق	ميفيل دليبيس	ت : بسام ياسين رشيد
١٧١ - وضع حد	فرانك بيجو	ت : هدى حسين
١٧٢ - حجر الشمس	مختارات	ت : محمد محمد الخطابى
١٧٣ - معنى الجمال	ولتر ت . ستيس	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٧٤ - صناعة الثقافة السوداء	ايليس كاشمور	ت : أحمد محمود
١٧٥ - التلفزيون فى الحياة اليومية	لورينزو فيلشس	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٧٦ - نحو مفهوم للاقتصاديات البيئية	توم تيتنبرج	ت : جلال البنا
١٧٧ - أنطون تشيخوف	هنرى تروايا	ت : حصة إبراهيم منيف
١٧٨ - مختارات من الشعر اليونانى الحديث	نخبة من الشعراء	ت : محمد حمدى إبراهيم
١٧٩ - حكايات أيسوب	أيسوب	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٨٠ - قصة جاويد	إسماعيل فصيح	ت : سليم عبدالأمير حمدان
١٨١ - النقد الأدبى الأمريكى	فنسنت . ب . ليتش	ت : محمد يحيى

١٨٢ - العنف والنبوة	و . ب . بيتس	ت : ياسين طه حافظ
١٨٣ - جان كوكتو على شاشة السينما	رينيه جيلسون	ت : فتحي العشري
١٨٤ - القاهرة .. حالة لا تنام	هانز إيندورفر	ت : دسوقي سعيد
١٨٥ - أسفار العهد القديم	توماس تومسن	ت : عبد الوهاب علوب
١٨٦ - معجم مصطلحات هيجل	ميخائيل أنوود	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٨٧ - الأرضة	بُزُجْ علوى	ت : علاء منصور
١٨٨ - موت الأدب	الئين كرنان	ت : بدر الديب
١٨٩ - العمى والبصيرة	بول دى مان	ت : سعيد الفانمى
١٩٠ - محاورات كونفوشيوس	كونفوشيوس	ت : محسن سيد فرجاني
١٩١ - الكلام رأسمال	الحاج أبو بكر إمام	ت : مصطفى حجازى السيد
١٩٢ - سياحتنا إبراهيم بيك	زين العابدين المراغى	ت : محمود سلامة علاوى
١٩٣ - عامل المنجم	بيتر أبراهامز	ت : محمد عبد الواحد محمد
١٩٤ - مختارات من النقد الأنجلو-أمريكى	مجموعة من النقاد	ت : ماهر شفيق فريد
١٩٥ - شتاء ٨٤	إسماعيل فصيح	ت : محمد علاء الدين منصور
١٩٦ - المهلة الأخيرة	فالنتين راسبوتين	ت : أشرف الصباغ
١٩٧ - الفاروق	شمس العلماء شبلى النعمانى	ت : جلال السعيد الحفناوى
١٩٨ - الاتصال الجماهيرى	إدوين إمرى وآخرون	ت : إبراهيم سلامة إبراهيم
١٩٩ - تاريخ يهود مصر فى الفترة العثمانية	يعقوب لاندواى	ت : جمال أحمد الرفاعى وأحمد عبد اللطيف حماد
٢٠٠ - ضحايا التنمية	جيرمى سيبروك	ت : فخرى لبيب
٢٠١ - الجانب الدينى للفلسفة	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصارى
٢٠٢ - تاريخ النقد الألبى الحديث ج٢	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٢٠٣ - الشعر والشاعرية	ألفاف حسين حالى	ت : جلال السعيد الحفناوى
٢٠٤ - تاريخ نقد العهد القديم	زالمان شازار	ت : أحمد محمود هويدي
٢٠٥ - الجينات والشعوب واللغات	لويجى لوقا كافالى - سفورزا	ت : أحمد مستجير
٢٠٦ - الهيولية تصنع علماً جديداً	جيمس جلايك	ت : على يوسف على
٢٠٧ - ليل إفريقي	رامون خوتاسنديز	ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٠٨ - شخصية العربى فى المسرح الإسرائيلى	دان أوريان	ت : محمد أحمد صالح
٢٠٩ - السرد والمسرح	مجموعة من المؤلفين	ت : أشرف الصباغ
٢١٠ - مثنويات حكيم سنائى	سنائى الفرنوى	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢١١ - فردينان دوسوسير	جوناثان كلر	ت : محمود حمدي عبد الفنى
٢١٢ - قصص الأمير مرزيان	مرزيان بن رستم بن شروين	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢١٣ - مصر منذ قوم تالين حتى رحيل عبد الناصر	ريمون فلاور	ت : سيد أحمد على الناصرى
٢١٤ - قواعد جديدة للمنهج فى علم الاجتماع	أنتونى جيدنز	ت : محمد محمود محى الدين
٢١٥ - سياحت نامه إبراهيم بيك ج٢	زين العابدين المراغى	ت : محمود سلامة علاوى
٢١٦ - جوانب أخرى من حياتهم	مجموعة من المؤلفين	ت : أشرف الصباغ
٢١٧ - مسرحيتان طليعيتان	صمويل بيكيت	ت : نادية البنهاوى
٢١٨ - رايولا	خوليو كورتازان	ت : على إبراهيم على منوفى



٢١٩ - بقايا اليوم	كانزو ايشجورو	ت : طلعت الشايب
٢٢٠ - الهبولية في الكون	باري باركر	ت : علي يوسف علي
٢٢١ - شعرية كفاقي	جريجوري جوزداتيس	ت : رفعت سلام
٢٢٢ - فرانز كافكا	رونالد جراي	ت : نسيم مجلي
٢٢٣ - العلم في مجتمع حر	بول فيراينر	ت : السيد محمد نفادي
٢٢٤ - دمار يوغسلافيا	برانكا ماجاس	ت : منى عبد الظاهر إبراهيم السيد
٢٢٥ - حكاية غريق	جابريل جارشيا ماركث	ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٦ - أرض المساء وقصائد أخرى	ديفيد هربت لورانس	ت : طاهر محمد علي البربري
٢٢٧ - المسرح الإسباني في القرن السابع عشر	موسى مارديا ديف بوركي	ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٨ - علم الجمالية وعلم اجتماع الفن	جانيت وولف	ت : ماري تيريز عبد المسيح وخالد حسن
٢٢٩ - مأزق البطل الوحيد	نورمان كيمن	ت : أمير إبراهيم العمري
٢٣٠ - عن الذباب والفئران والبشر	فرانسواز جاكوب	ت : مصطفى إبراهيم فهمي
٢٣١ - الدرافيل	خايمي سالوم بيدال	ت : جمال أحمد عبد الرحمن
٢٣٢ - مابعد المعلومات	توم ستينز	ت : مصطفى إبراهيم فهمي
٢٣٣ - فكرة الاضمحلال	أرثر هيرمان	ت : طلعت الشايب
٢٣٤ - الإسلام في السودان	ج. سبنسر تريمنجهام	ت : فؤاد محمد عكود
٢٣٥ - ديوان شمس تبريزي ج ١	جلال الدين الرومي	ت : إبراهيم الدسوقي شتا
٢٣٦ - الولاية	ميشيل تود	ت : أحمد الطيب
٢٣٧ - مصر أرض الوادي	روين فيدين	ت : عنايات حسين طلعت
٢٣٨ - العولة والتحرير	الانكتاد	ت : ياسر محمد جاد اله وعيسى مديولى أحمد
٢٣٩ - العربي في الأدب الإسرائيلي	جيلرافر - رايوخ	ت : نادية سليمان حافظ وإيهاب صلاح فايق
٢٤٠ - الإسلام والغرب وإمكانية الحوار	كامي حافظ	ت : صلاح عبد العزيز محمود
٢٤١ - في انتظار البرابرة	ك. م كويتز	ت : ابتسام عبد الله سعيد
٢٤٢ - سبعة أنماط من الغموض	وليام إمبسون	ت : صبرى محمد حسن عبد النبي
٢٤٣ - تاريخ إسبانيا الإسلامية ج ١	ليفى بروفنسال	ت : مجموعة من المترجمين
٢٤٤ - الغليان	لاورا إسكييل	ت : نادية جمال الدين محمد
٢٤٥ - نساء مقاتلات	إليزابيتا أنيس	ت : توفيق علي منصور
٢٤٦ - قصص مختارة	جابريل جرشيا ماركث	ت : علي إبراهيم علي منوفي
٢٤٧ - الثقافة الجماهيرية والحدائق في مصر	وولتر أرمبرست	ت : محمد الشرفاوي
٢٤٨ - حقول عدن الخضراء	أنطونيو جالا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٢٤٩ - لغة التمزق	دراجو شتامبوك	ت : رفعت سلام
٢٥٠ - علم اجتماع العلوم	دومنيك فيتك	ت : ماجدة أباطة
٢٥١ - موسوعة علم الاجتماع ج ٢	جورنون مارشال	ت : بإشراف : محمد الجوهري
٢٥٢ - رائدات الحركة النسوية المصرية	مارجو بدران	ت : علي بدران
٢٥٣ - تاريخ مصر الفاطمية	ل. أ. سيمينوفا	ت : حسن بيومي
٢٥٤ - الفلسفة	ديف روبنسون وجودي جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٥ - أفلاطون	ديف روبنسون وجودي جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام

٢٥٦ - ديكارت	ديف روبنسون وجودي جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٧ - تاريخ الفلسفة الحديثة	وليم كلى رايت	ت : محمود سيد أحمد
٢٥٨ - الفجر	سير أنجوس فريزر	ت : عبادة كحيلة
٢٥٩ - مختارات من الشعر الأرمني	نخبة	ت : قاروجان كازانچيان
٢٦٠ - موسوعة علم الاجتماع ج٢	جوردون مارشال	ت : بإشراف : محمد الجوهري
٢٦١ - رحلة في فكر زكي نجيب محمود	زكي نجيب محمود	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٦٢ - مدينة المعجزات	إيوارد منوثا	ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٦٣ - الكشف عن حافة الزمن	جون جرين	ت : علي يوسف علي
٢٦٤ - إبداعات شعرية مترجمة	هوراس / شلى	ت : لويس عوض
٢٦٥ - روايات مترجمة	أوسكار وايلد وسموئيل جونسون	ت : لويس عوض
٢٦٦ - مدير المدرسة	جلال آل أحمد	ت : عادل عبد المنعم سويلم
٢٦٧ - فن الرواية	ميلان كونديرا	ت : بدر الدين عروكي
٢٦٨ - ديوان شمس تبريزي ج٢	جلال الدين الرومي	ت : إبراهيم الدسوقي شتا
٢٦٩ - وسط الجزيرة العربية وشرقها ج١	وليم جيفور بالجريف	ت : صبرى محمد حسن
٢٧٠ - وسط الجزيرة العربية وشرقها ج٢	وليم جيفور بالجريف	ت : صبرى محمد حسن
٢٧١ - الحضارة الغربية	توماس سى . باترسون	ت : شوقي جلال
٢٧٢ - الأديرة الأثرية في مصر	س. س. والترز	ت : إبراهيم سلامة
٢٧٣ - الاستعمار والثورة في الشرق الأوسط	جوان آر. لوك	ت : عنان الشهاوى
٢٧٤ - السيدة بربارا	رومولو جلاجوس	ت : محمود علي مكي
٢٧٥ - س. س. إليوت شاعراً وناقداً وكاتباً مسرحياً	أقلام مختلفة	ت : ماهر شفيق فريد
٢٧٦ - فنون السينما	فرانك جوتيران	ت : عبد القادر التلمساني
٢٧٧ - الجينات : الصراع من أجل الحياة	بريان فورد	ت : أحمد فوزي
٢٧٨ - البدايات	إسحق عظيموف	ت : ظريف عبد الله
٢٧٩ - الحرب الباردة الثقافية	فرانسيس ستونر سوندرز	ت : طلعت الشايب
٢٨٠ - من الألب الهندي الحديث والمعاصر	بريم شند وآخرون	ت : سمير عبد الحميد
٢٨١ - الفريوس الأعلى	مولانا عبد الحليم شرر الكهنوي	ت : جلال الحفناوى
٢٨٢ - طبيعة العلم غير الطبيعية	لويس وليبرت	ت : سمير حنا صادق
٢٨٣ - السهل يحترق	خوان روافو	ت : علي البمبي
٢٨٤ - هرقل مجنوناً	يوريبيدس	ت : أحمد عثمان
٢٨٥ - رحلة الخواجة حسن نظامي	حسن نظامي	ت : سمير عبد الحميد
٢٨٦ - رحلة إبراهيم بك ج٢	زين العابدين المراغى	ت : محمود سلامة علاوى
٢٨٧ - الثقافة والعولة والنظام العالمى	أنتونى كينج	ت : محمد يحيى وآخرون
٢٨٨ - الفن الروائى	ديفيد لودج	ت : ماهر البطوطى
٢٨٩ - ديوان منجوهري الدامغانى	أبو نجم أحمد بن قوص	ت : محمد نور الدين
٢٩٠ - علم الترجمة واللغة	جورج مونان	ت : أحمد زكريا إبراهيم
٢٩١ - المسرح الإسباني في القرن العشرين ج١	فرانشيسكو رويس رامون	ت : السيد عبد الظاهر
٢٩٢ - المسرح الإسباني في القرن العشرين ج٢	فرانشيسكو رويس رامون	ت : السيد عبد الظاهر

٢٩٣ - مقدمة للأدب العربي	روجر آلان	ت : نخبة من المترجمين
٢٩٤ - فن الشعر	بوالو	ت : رجاء ياقوت صالح
٢٩٥ - سلطان الأسطورة	جوزيف كامبل	ت : بدر الدين حب الله الديب
٢٩٦ - مكبث	وليم شكسبير	ت : محمد مصطفى بدوى
٢٩٧ - فن النحويين اليونانية والسوريانية	ليونيسيوس ثراكس - يوسف الأهوانى	ت : ماجدة محمد أنور
٢٩٨ - مأساة العبيد	أبو بكر تفلاوبايلويه	ت : مصطفى حجازى السيد
٢٩٩ - ثورة التكنولوجيا الحيوية	جين ل. ماركس	ت : هاشم أحمد فؤاد
٣٠٠ - أسطورة برومثيروس مج١	لويس عوض	ت : جمال الجزيرى وبهاء جاهين
٣٠١ - أسطورة برومثيروس مج٢	لويس عوض	ت : جمال الجزيرى ومحمد الجندي
٣٠٢ - فنجنشتين	جون هيتون وجودى جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٣ - بوذا	جين هوب وبورن فان لون	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٤ - ماركس	ريوس	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٥ - الجلد	كروزيو مالابارته	ت : صلاح عبد الصبور
٣٠٦ - الحماسة - النقد الكانطى لتاريخ	جان - فرانسوا ليوتار	ت : نبيل سعد
٣٠٧ - الشعور	ديفيد بابينو	ت : محمود محمد أحمد
٣٠٨ - علم الوراثة	ستيف جونز	ت : ممدوح عبد المنعم أحمد
٣٠٩ - الذهن والمخ	انجوس چيلاتى	ت : جمال الجزيرى
٣١٠ - يونج	ناجى هيد	ت : محيى الدين محمد حسن
٣١١ - مقال فى المنهج الفلسفى	كوانجورد	ت : فاطمة إسماعيل
٣١٢ - روح الشعب الأسود	وليم دى بوير	ت : أسعد حليم
٣١٣ - أمثال فلسطينية	خابير بيان	ت : عبد الله الجعيدى
٣١٤ - الفن كعدم	جينس مينيك	ت : هويدا السباعى
٣١٥ - جرامشى فى العالم العربى	ميشيل بروندينو	ت : كاميليا صبحى
٣١٦ - محاكمة سقراط	آ. ف. ستون	ت : نسيم مجلى
٣١٧ - بلاغ	شير لايموفا - زنيكين	ت : أشرف الصباغ
٣١٨ - الانب الروسى فى السنوات العشر الأخيرة	نخبة	ت : أشرف الصباغ
٣١٩ - صور دريدا	جايتز ياسبيفاك وكريستوفر نوريس	ت : حسام نايل
٣٢٠ - لمعة السراج فى حضرة التاج	محمد روشن	ت : محمد علاء الدين منصور
٣٢١ - تاريخ إسبانيا الإسلامية ج٢	ليفى بروفنسال	ت : نخبة من المترجمين
٣٢٢ - التاريخ الغربى للفن الحديث	دبليوجين كلينباور	ت : خالد مقلح حمزة
٣٢٣ - فن الساتورا	تراث يونانى قديم	ت : هانم سليمان
٣٢٤ - اللعب بالنار	أشرف أسدى	ت : محمود سلامة علاوى
٣٢٥ - عالم الآثار	فيليب بوسان	ت : كريستين يوسف
٣٢٦ - المعرفة والمصلحة	جورجين هابرماس	ت : حسن صقر
٣٢٧ - مختارات شعرية مترجمة	نخبة	ت : توفيق على منصور
٣٢٨ - يوسف وزليخة	نور الدين عبد الرحمن بن أحمد	ت : عبد العزيز بقوش
٣٢٩ - رسائل عيد الميلاد	تد هيوز	ت : محمد عيد إبراهيم



٢٣٠ - كل شيء عن التمثيل الصامت	مارفن شبرد	ت : سامى صلاح
٢٣١ - عندما جاء السرددين	ستيغن جراي	ت : سامية دياب
٢٣٢ - القصة القصيرة فى اسبانيا	نخبة	ت : على إبراهيم على منوفى
٢٣٣ - الإسلام فى بريطانيا	نبيل مطر	ت : بكر عباس
٢٣٤ - لقطات من المستقبل	آرثر س. كلارك	ت : مصطفى فهمى
٢٣٥ - عصر الشك	ناتالى ساروت	ت : فتحي العشرى
٢٣٦ - متون الأهرام	نصوص قديمة	ت : حسن صابر
٢٣٧ - فلسفة الولاء	جوزايا روبس	ت : أحمد الأنصارى
٢٣٨ - قصص قصيرة من الهند	نخبة	ت : جلال السعيد الحفناوى
٢٣٩ - تاريخ الأدب فى إيران ج٢	على أصغر حكمت	ت : محمد علاء الدين منصور
٢٤٠ - اضطراب فى الشرق الأوسط	بيرش بيربيروجلو	ت : فخرى لبيب
٢٤١ - قصائد من رلكه	راينر ماريا رلكه	ت : حسن حلمي
٢٤٢ - سلامان وأبسال	نور الدين عبد الرحمن بن أحمد	ت : عبد العزيز بقوش
٢٤٣ - العالم البرجوازي الزائل	نادين جورديمر	ت : سمير عبد ربه
٢٤٤ - الموت فى الشمس	بيتر بلانجوه	ت : سمير عبد ربه
٢٤٥ - الركض خلف الزمن	بونه ندائى	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢٤٦ - سحر مصر	رشاد رشدى	ت : جمال الجزيرى
٢٤٧ - الصبية الطانشون	جان كوكتو	ت : بكر الحلو
٢٤٨ - المتصوفة الأولون فى الألب التركى ج١	محمد فؤاد كوبريلى	ت : عبد الله أحمد إبراهيم
٢٤٩ - دليل القارئ إلى الثقافة الجادة	آرثر والدرون وآخرين	ت : أحمد عمر شاهين
٢٥٠ - بانوراما الحياة السياحية	أقلام مختلفة	ت : عطية شحاتة
٢٥١ - مبادئ المنطق	جوزايا روبس	ت : أحمد الأنصارى
٢٥٢ - قصائد من كفافيس	قسطنطين كفافيس	ت : نعيم عطية
٢٥٣ - الفن الإسلامى فى الأندلس (منسية)	باسيليو بابون مالدونالد	ت : على إبراهيم على منوفى
٢٥٤ - الفن الإسلامى فى الأندلس (نباتية)	باسيليو بابون مالدونالد	ت : على إبراهيم على منوفى
٢٥٥ - التيارات السياسية فى إيران	حجت مرتضى	ت : محمود سلامة علاوى
٢٥٦ - الميراث المر	بول سالم	ت : بدر الرفاعى
٢٥٧ - متون هيرميس	نصوص قديمة	ت : عمر الفاروق عمر
٢٥٨ - أمثال الهوسا العامية	نخبة	ت : مصطفى حجازى السيد
٢٥٩ - محاورات بارمنيدس	أفلاطون	ت : حبيب الشارونى
٢٦٠ - أنثروبولوجيا اللغة	أندريه جاكوب ونويلا باركان	ت : ليلي الشربيني
٢٦١ - التصحر : التهديد والمواجهة	ألان جرينجر	ت : عاطف معتمد وأمال شاوور
٢٦٢ - تلميذ باينبرج	هاينرش شبورال	ت : سيد أحمد فتح الله
٢٦٣ - حركات التحرر الأفريقى	ريتشارد جيبسون	ت : صبرى محمد حسن
٢٦٤ - حادثة شكسبير	إسماعيل سراج الدين	ت : نجلاء أبو عجاج
٢٦٥ - سأم باريس	شارل بودلير	ت : محمد أحمد حمد
٢٦٦ - نساء يركضن مع الذئاب	كلاريسا بنكولا	ت : مصطفى محمود محمد

٣٦٧- القلم الجريء	نخبة	ت: البراق عبدالهادي رضا
٣٦٨- المصطلح السردى	جيرالد برنس	ت: عابد خزندار
٣٦٩- المرأة فى أدب نجيب محفوظ	فوزية العشماوى	ت: فوزية العشماوى
٣٧٠- الفن والحياة فى مصر الفرعونية	كليرلا لويت	ت: فاطمة عبدالله محمود
٣٧١- المتصوفة الأولون فى الأدب التركى ج٢	محمد غزاد كوبريلى	ت: عبدالله أحمد إبراهيم
٣٧٢- عاش الشباب	وانغ مينغ	ت: وحيد السعيد عبدالحميد
٣٧٣- كيف تعد رسالة دكتوراه	أمبرتو إيكو	ت: على إبراهيم على منوفى
٣٧٤- اليوم السادس	أندريه شديد	ت: حمادة إبراهيم
٣٧٥- الخلود	ميلان كونديرا	ت: خالد أبو اليزيد
٣٧٦- الغضب وأحلام السنين	نخبة	ت: إدوار الخراط
٣٧٧- تاريخ الأدب فى إيران ج٤	على أصغر حكمت	ت: محمد علاء الدين منصور
٣٧٨- المسافر	محمد إقبال	ت: يوسف عبدالفتاح فرج
٣٧٩- ملك فى الحديقة	سنيل باث	ت: جمال عبدالرحمن
٣٨٠- حديث عن الخسارة	جونتر جراس	ت: شيرين عبدالسلام
٣٨١- أساسيات اللغة	ر. ل. تراسك	ت: رانيا إبراهيم يوسف
٣٨٢- تاريخ طبرستان	بهاء الدين محمد إسفنديار	ت: أحمد محمد نادى
٣٨٣- هدية الحجاز	محمد إقبال	ت: سمير عبدالحميد إبراهيم
٣٨٤- القصص التى يحكيها الأطفال	سوزان إنجيل	ت: إيزابيل كمال
٣٨٥- مشترى العشق	محمد على بهزادراد	ت: يوسف عبدالفتاح فرج
٣٨٦- دفاعاً عن التاريخ الأدبى النسوى	جانيت تود	ت: ريهام حسين إبراهيم
٣٨٧- أغنيات وسوناتات	چون دن	ت: بهاء جاهين
٣٨٨- مواعظ سعدى الشيرازى	سعدى الشيرازى	ت: محمد علاء الدين منصور
٣٨٩- من الأدب الباكستانى المعاصر	نخبة	ت: سمير عبدالحميد إبراهيم
٣٩٠- الأرشيقات والمدن الكبرى	نخبة	ت: عثمان مصطفى عثمان
٣٩١- المحافظة الليكية	مايف بينشى	ت: منى الدروبي
٣٩٢- مقامات ورسائل أندلسية	نخبة	ت: عبداللطيف عبدالحليم
٣٩٣- فى قلب الشرق	ندوة لويس ماسينيون	ت: نخبة
٣٩٤- القوى الأساسية الأربع فى الكون	بول ديفيز	ت: هاشم أحمد محمد
٣٩٥- آلام سياوش	إسماعيل فصيح	ت: سليم حمدان
٣٩٦- السافاك	تقى نجارى راد	ت: محمود سلامة علاوى
٣٩٧- نيتشه	لورانس جين	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٣٩٨- سارتر	فيليب تودى	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٣٩٩- كامى	ديفيد ميروفتس	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٤٠٠- مومو	مشيائيل إنده	ت: باهر الجوهري
٤٠١- الرياضيات	زيادون ساردر	ت: ممدوح عبد المنعم
٤٠٢- هوكنج	ج. ب. ماك ايفوى	ت: ممدوح عبد المنعم

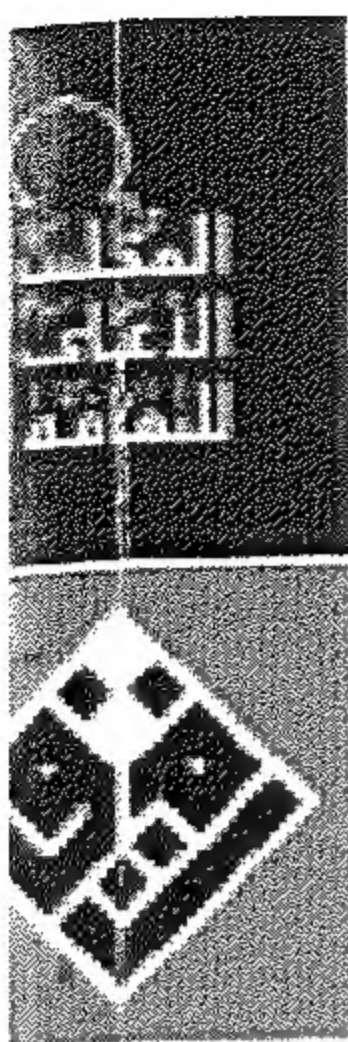
التنفيذ والطباعة: Stampa

|| ميدان سفنكس - المهندسين

تليفون: 3448824 - 3034408







المكتبة  
القومية  
للأبحاث

# Introducing... Hawking

& j.p. McEvoy  
Oscar Zarate

أقدم لك ... هذه السلسلة!

ليست أفكار الفلسفة هي وحدها الغامضة، بل هناك أيضاً كثرة كثيرة من الأفكار العلمية - في جميع العلوم تقريباً بلا استثناء - يصعب على القارئ غير المتخصص أن يستوعبها بسهولة، ومن ثم فهي تحتاج إلى شرح وإيضاح بالرسوم والصور فما هو الشعور واللا شعور؟ وما هو الفرق بين الذهن والمخ، وكيف نتعامل معهما. وما هي الوراثة والمورثات؟ وما الرياضيات، ولماذا كانت غامضة بالنسبة لمعظم الناس؟  
كما أننا نحتاج إلى أن نعرف شيئاً عن كبار من العلماء بطريقة مبسطة - عن فرويد ويونج وكلاين ونيوتن وهوكنج .... الخ.

وإذا كانت الأعداد الستة الأولى من هذه السلسلة قد عرضت لمجموعة من الفلاسفة لاستجلاء غوامض أفكارهم عن طريق الرسوم، والصور، والأشكال التوضيحية، فأنتنا نفعل الشيء نفسه بالنسبة للأفكار العلمية، عن الشعور، واللاشعور، والذهن، والمخ .... الخ. وغيرها من أفكار وإننا نأمل أن يجد فيها القارئ نفس المتعة السابقة.

Bibliotheca Alexandrina



0424002



سلسلة هوكنج